1974

HERMANN SCHROEDEL VERLAG KG
Hannover · Dortmund · Darmstadt · Berlin

Gesamtherstellung: Druckerei Hans Oeding, Braunschweig

Printed in Germany

H 6661 F

Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft

Erste deutschsprachige Zeitschrift für Kybernetische Pädagogik und Bildungstechnologie

Informations- und Zeichentheorie
Sprachkybernetik und Texttheorie
Informationspsychologie
Informationsästhetik
Modelltheorie
Organisationskybernetik
Kybernetikgeschichte
und Philosophie der Kybernetik

Begründet 1960 durch Max Bense
Gerhard Eichhorn
und Helmar Frank

Band 15 · Heft 3
September 1974
Kurztitel: GrKG 15/3

INHALT

HERMANN SCHROEDEL VERLAG KG

Im Verlaufe der sechziger Jahre gewann im deutschen Sprachraum, insbesondere im Umkreis der „Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft", die Erkenntnis an Boden, daß die eigentliche Triebfeder der Kybernetik das Bedürfnis ist, die Vollbringung auch *geistiger* Arbeit an technische Objekte zu delegieren, kurz: sie zu *objektivieren*, und daß dies nicht ohne eine über die geisteswissenschaftlich-phänomenologische Reflexion hinausgehende wissenschaftliche Anstrengung in vorhersehbarer und reproduzierbarer Weise möglich ist, nämlich nicht ohne eine *Kalkülisierung* geistiger Arbeit. Die Bedeutung der Logistik, der Informationstheorie und der Theorie abstrakter Automaten als mathematische Werkzeuge wird von diesem Gesichtspunkt aus ebenso einsichtig wie der breite Raum, den die Bemühungen um eine Kalkülisierung im Bereich der *Psychologie* und im Bereich der Sprache bzw., allgemeiner, der *Zeichen*, einnahmen.

Die geistige Arbeit, deren Objektivierbarkeit allmählich zum Leitmotiv dieser Zeitschrift wurde, ist nicht jene geistige Arbeit, die sich selbst schon in bewußten Kalkülen vollzieht und deren Objektivierung zu den Anliegen jenes Zweiges der Kybernetik gehört, die heute als Rechnerkunde oder Informatik bezeichnet wird. Vielmehr geht es in dieser Zeitschrift vorrangig darum, die verborgenen Algorithmen hinter jenen geistigen Arbeitsvollzügen aufzudecken oder wenigstens durch eine Folge einfacherer Algorithmen anzunähern und damit immer besser objektivierbar zu machen, welche zur Thematik der bisherigen Geisteswissenschaften gehören. Der größte Bedarf an Objektivation in diesem Bereiche ist inzwischen bei der geistigen Arbeit des *Lehrens* aufgetreten. Mit der Lehrobjektivation stellt diese Zeitschrift ein Problem in den Mittelpunkt, dessen immer bessere Lösung nicht ohne Fortschritte auch bei der Objektivierung im Bereich der Sprachverarbeitung, des Wahrnehmens, Lernens und Problemlösens, der Erzeugung ästhetischer Information und des Organisierens möglich ist. Die Bildungstechnologie als gemeinsamer, sinngebender Bezugspunkt soll künftig auch bei kybernetikgeschichtlichen und philosophischen Beiträgen zu dieser Zeitschrift deutlicher sichtbar werden. (GrKG 13/1, S. 1 f.)

Manuskriptsendungen gemäß unseren Richtlinien auf der dritten Umschlagseite an die Schriftleitung:

Prof. Dr. Helmar Frank
Assessorin Brigitte Frank-Böhringer
(Geschäftsführende Schriftleiterin)
Institut für Kybernetik
D-479 Paderborn, Riemekestraße 62
Tel.: (0 52 51) 3 20 23 u. 3 20 90

Anzeigenverwaltung und Vertrieb: Hermann Schroedel Verlag KG,
D-3 Hannover, Zeißstraße 10

Erscheinungsweise: Viermal im Jahr mit je ca. 32 Seiten.
Preis: Einzelheft DM 7,40 — Jahresabonnement DM 29,60 (zuzüglich Postgebühren).

Formale Didaktik und Formaldidaktiken — Ansätze zur Theoriebildung und Ausblick auf notwendige und mögliche Schwerpunkte weiterer Projekte.*

von Klaus-Dieter GRAF, Neuß
aus dem Seminar für Didaktik der Mathematik der Pädagogischen Hochschule Rheinland, Abteilung Neuß

1. *Neuansätze zur Theoriebildung*

Neben den 1973 (Graf) referierten inhaltlichen Arbeiten im Zusammenhang mit Formaldidaktiken werden in letzter Zeit auch mehr und mehr solche theoretisch-systematischer Natur vorgelegt; eine recht charakteristische Erscheinung in der Entwicklung.

Diese Arbeiten zielen zum einen darauf hin, ökonomische Probleme der Formaldidaktiken zu klären, zum anderen, durch strukturtheoretische Untersuchungen die Entwicklung neuer Formaldidaktiken oder ähnlicher Systeme zu erleichtern und zu rationalisieren.

1.1 *Zur Ökonomie der Formaldidaktiken*

Im Anfangsstadium wurden sehr optimistische Abschätzungen der Anwendungsbereiche der zuerst entwickelten Verfahren vorgenommen. Die Entwicklung der Anwendungen nahm allerdings einen anderen als den erwarteten Verlauf; man kann deshalb von ALZUDI und COGENDI keinen entscheidenden Anteil an der Lehrprogrammierung mehr erwarten, nicht einmal von Formaldidaktiken ähnlichen Typs.

W. Zeiske (1972) stellte mit im Institut für Kybernetik in Berlin angefallenen Daten Wirtschaftlichkeitsberechnungen an und kam zu recht günstigen Ergebnissen bei einem Vergleich zwischen Formaldidaktiken und traditionellen Strategien der Lehrprogrammierung. Ins Verhältnis gesetzt wurden dabei Zeitaufwand für die Herstellung und durchschnittliche Darbietungs- bzw. Lesezeit; Programmqualität und Lernerfolg sind also ausgeklammert. Letzteren Fehler vermied Arlt (1972) zum Teil, indem er den Zeitaufwand für die Herstellung verglich mit Maßen für den Lernerfolg (Lernzuwachs, Lerngewinn). Auch dabei ergab sich ein für die Formaldidaktiken recht günstiges Verhältnis, das allerdings angesichts einer sehr geringen absoluten Lernwirksamkeit in seiner Bedeutung wieder fraglich wird. (Eine Nachrechnung — Frank, 1974 — ergab inzwischen, daß die Lernwirksamkeit gemessen am angestrebten Sollwert nicht so schlecht aussieht: für ALSKINDI wurden sogar die gesetzten Sollwerte ziemlich genau erreicht.)

---

* Die Arbeit setzt den Beitrag aus Heft 14/4 über Formale Didaktik und Formaldidaktiken fort und steht im Rahmen eines vom Bundesminister für Forschung und Technologie geförderten Projekts „Autor-Rechner-Dialog".

Frank und Frank-Böhringer entwickelten 1968 ein Modell für die Rentabilitätsgrenze beim Lernen und konnten insbesondere zu ALZUDI 1 Entscheidungsfunktionen für die Rentabilität angeben. Eine direktere Aussage über die Rentabilität des Lehralgorithmierens lieferte Frank 1968. Danach sind bezüglich Herstellungsaufwand und Nutzungszeit z.B. ALZUDI für Schulen, Hochschulen und Wirtschaft und Industrie rentabel, COGENDI für Schulen, aber nur noch z.T. für Hochschulen, Wirtschaft und Industrie.

Auch hier ändert sich das Bild,sobald die Lehrwirksamkeit mit verrechnet wird (Frank, 1974): Der Hochschulbereich liegt außerhalb des Rentabilitätsbereichs aller Formaldidaktiken, ALSKINDI ist teilweise in der Schule und in Wirtschaft und Industrie einsetzbar, COGENDI in einem sehr engen Bereich von Wirtschaft und Industrie.

1.2 *Weiterführung der theoretischen Grundlegung*

Einen sehr berechtigten Tadel erfuhren die im Bereich der Formaldidaktiken Tätigen beim bereits erwähnten 1. Werkstattgespräch in Paderborn 1971: Hollenbach (1972) sagte dort u.a.: „Bekanntlich sind die Veröffentlichungen zu den Formaldidaktiken für Dritte weithin unverständlich". (a.a. O. S. 33) Und etwas später mehr konstruktiv: „Der Weg, eine größere Breitenwirkung der Formaldidaktik-Idee zu erzielen, führt m.E. ausschließlich über den weiteren Ausbau der Formaldidaktiken, d.h. die Arbeit am Modell im Detail und die Approximierung der Modelle an die Realität muß verstärkt vorangetrieben werden". (a.a. O. S. 35)

Es scheint, als hätten sich viele der nachfolgenden Arbeiten an dieser Mahnung orientiert. Jedenfalls zeichnet sich durchweg ein größeres Bemühen um verständlichere Darlegung der gemeinten Ansprüche und um detailliertere Ausarbeitung der formalen Theorie und der Modelle ab.

1.2.1 *Gebrochene Didaktiken und Grobdidaktiken*

Frank hatte zunächst schon 1969 (Abschnitt 3.82) sein ursprüngliches Konzept der formalen Didaktik zu 64 Didaktiktypen erweitert. 1972 wurde das „theoretische Programm der Didaktik dadurch ausgeweitet, daß die Teilung zwischen den Bedingungs- und den Entscheidungsfeldern nicht mehr alle diese Felder ganz der einen oder ganz der anderen Teilmenge (der unabhängigen bzw. abhängigen Variablen, Anm. d. Verf.) zuordnet, sondern auch durch eines dieser Felder hindurchlaufen kann". (Frank 1972, S. 29). U.a. erstellt Frank hier den theoretischen Rahmen für die Erscheinung, daß beim Lehrprogrammieren oft etwa Lehrstoff oder Lehrziel nur teilweise als unabhängige pädagogische Variable vorgegeben sind und die Gewinnung der Ergänzungen Aufgabe der didaktischen Funktion ist.

Möglicherweise erfolgt in dieser Arbeit auch zwangsläufig ein Schritt zur Ablösung von der Vorstellung einer Didaktikfunktion im konventionellen Sinne. Diese geht vom Arbeiten mit vorbestimmten Werten der Variablen aus, während eine z.B. von Lánský formulierte Vorstellung den didaktischen Prozeß eher als Prozeß parallel zunehmender Präzisierung und Einengung aller Variablen im Sinne einer Regelung sieht.

1.2.2 *Neustrukturierung des pädagogischen Raumes*

Eine Arbeit von Klaus Bung (1973) trägt erheblich zur genaueren und anschaulicheren Erfassung des pädagogischen Raumes bei, indem sie zunächst unternimmt, „die gegenwärtige Fassung der Variablen in möglichst effektiver Form darzustellen, ... aber stillschweigend alle trivialen Unschönheiten (z.B. einen Teil der Terminologie) beseitigt, und die in FRANKs Nebensätzchen aufkeimenden Variablen niederer Ordnung (Untervariablen) ans Licht zieht".

Die Erkennung der Untervariablen, zu denen Bung noch einige hinzufügt, die er für mindestens ebenso wichtig hält wie die von Frank erwähnten (Lernalgorithmen, Behalten, Lerncharakteristiken), gestattet eine sinnvolle Aufspaltung insbesondere der Dimensionen (pädagogischen Variablen) Ziel, Soziostruktur und Psychostruktur.

Diese präzisierende Arbeit von Bung kann sich vor allem deshalb als fruchtbar für die Anwendbarkeit der Formaldidaktiken erweisen, weil sie vor dem praktischen Hintergrund einer entsprechenden Analyse des programmierten Sprachunterrichts entstanden ist (Bung 1972).

1.2.3 *Entwicklung eines Baukastensystems für Formaldidaktiken*

Im Hinblick auf Strukturuntersuchung der Formaldidaktiken ist von Interesse der von L. Schupe (1972) vorgelegte Ansatz zur Entwicklung eines Baukastensystems. Dieser stützt sich auf eine Analyse der einzelnen in sich abgeschlossenen Vollzüge (Blockstruktur) bei den vorliegenden Formaldidaktiken und untersucht deren Austauschbarkeit und Kombinierbarkeit. Ziel ist die Verbesserung der Formaldidaktiken durch Verbesserung der einzelnen Vollzüge und die Vergrößerung ihrer Anwendungsbereiche.

In der erwähnten Arbeit ist die Inhomogenität der Blockdiagramme bei den einzelnen Formaldidaktiken noch sehr auffällig; es findet sich lediglich durchgehend eine Grobstruktur, die durch die Abschnitte: „Eingabe", „sachlogische Textanalyse", „adressaten- und lehrzielbezogene Textanalyse", „Lehrwegerzeugung", „Textsynthese" und „Ausgabe" gekennzeichnet ist (vgl. auch Schupe, Berger und Dietz 1971/72, S. 47). Bezüglich der Beschreibungsmethoden für Formaldidaktiken ist es Schupes Verdienst, als erster die zulässigen Eingabesprachen in Baccus-Notation erfaßt zu haben.

1.2.4 *Baukastensystem für den Autor-Rechner-Dialog*

Sind die strukturierenden Überlegungen Schupes vorwiegend am Ablauf der Formaldidaktiken im engeren Sinne orientiert, so kommt Graf zu anderen Grundstrukturen durch systematische Verfeinerung des ursprünglichen Modells des Lehrprogrammier-Regelkreises, wobei das Verfahren der DIALOG-DIDAKTIK mit einbezogen wird. Im Vordergrund stehen dann isolierte Vollzüge wie: „Veränderung des Psychostrukturmodells", „Auswahl semantischer Information", „Auswahl ästhetischer Information", „Prüfung semantischer bzw. ästhetischer Information", „Autor-Rechner-Dialog", „Moderation durch den Rechner" u.ä. (Graf 1971).

Die Strukturanalyse geht soweit, die einzelnen Vollzüge als von abstrakten Automaten ausgeführt aufzufassen und die gesamte Formaldidaktik als komplexes Produkt dieser Automaten zu beschreiben. Damit liegt ein vollständig formalisiertes und mathematisiertes Strukturschema für Rechnerprogramme vor, die Prozesse der Lehrprogrammierung unterstützen sollen.

1.2.5 *Zur Endlichkeit von Formaldidaktiken*

Frank wies (1966) durch Erwähnung des sog. „Irrgartenproblems" darauf hin, daß die Endlichkeit des Ablaufs einer Formaldidaktik nicht selbstverständlich ist. Auch dieses Problem wurde im Rahmen der theoretischen Arbeiten aufgegriffen: Graf (1971) führte den Endlichkeitsnachweis für ALZUDI 2, Lánský (1973a) für VERBAL. Beide Beweise wären nicht möglich ohne die vorausgegangene vollständige strukturtheoretische Erfassung der entsprechenden Formaldidaktiken.

1.2.6 *Untersuchungen zur Wahl der Lernmodelle*

Im Verlaufe des vorliegenden Überblicks über die Formaldidaktiken wurde verschiedentlich die Fortentwicklung der zugrundeliegenden Psychostrukturmodelle von ursprünglich rein informationspsychologischen zu solchen mit pragmatisch-lerntheoretischen Komponenten aufgezeigt. Mit dieser Thematik setzen sich Berger und Dietz 1973 vom wissenschaftstheoretischen Standpunkt aus nochmals sehr intensiv auseinander. Es zeigt sich dabei insbesondere, daß manche der Mißerfolge von COGENDI, ALZUDI und ALSKINDI sich zwangsläufig daraus ergaben, daß diese Verfahren bei der Anwendung überzogen wurden. In der Schlußfolgerung wird das so formuliert:
„Das Franksche Modell hat im Unterschied zum Lánskýschen einen Ausschnitt der Wirklichkeit zum Gegenstand, der wohl eine niedere Form des menschlichen Lernens beschreibt, aber keineswegs das Lernen inhaltlich strukturierter Begriffsreihen, wie seine Anwendung verlangen würde. Obwohl dieser Ausschnitt sicher eine Rolle auch bei Lernvorgängen höherer Stufe spielt, kann man von einem Modell nur verlangen, daß es den Wirklichkeitsbereich abbildet, für den es konzipiert war" (a.a.O. S. 405).

So „trivial" wohl diese Aussagen sind – die Entwicklung der Formaldidaktiken war offenbar zunächst nur möglich, indem man sie übersah. Von vornherein mit der Aufgabe beladen, Modelle von Lernvorgängen höherer Stufe einzubeziehen, hätte sich wohl niemand zu einer Realisierung der formalen Didaktik verstehen können. Nun, da dies ursprünglich mit unzureichenden Ansätzen geschehen ist, sind die Wege klarer zu erkennen, die zu erfolgreicheren Realisierungen aufgrund „höherer" Modelle führen könnten.

2. *Zusammenfassung und Ausblick*

Was läßt sich aus dem vorstehenden Überblick zusammenfassend über die Entwicklung der Formaldidaktiken, was über die Aussichten der künftigen Forschungs- und Entwicklungsarbeit ableiten?

2.1 *Phasen der Entwicklung und ihre Ergebnisse*

(1) Man kann feststellen, daß sich der Franksche Gedanke einer formalen Didaktik im eingangs beschriebenen Sinne als für die wissenschaftliche Pädagogik außerordentlich fruchtbar erwiesen hat. Der theoretische Ansatz wurde von mehreren Seiten her aufgegriffen, fortentwickelt und verallgemeinert; Realisationen in Form von „Formaldidaktiken" erfolgten sowohl in enger Anlehnung an das ursprüngliche Konzept als auch variierend in stärkerer Neigung zu pragmatischen Strategien hin.

(2) Die in einer ersten Phase 1965 – 1969 realisierten Formaldidaktiken hatten vorwiegend wissenschaftstheoretische Bedeutung, insofern sie nämlich die Realisierbarkeit des Konzepts der formalen Didaktik belegten, und zwar für hinsichtlich Ziel, Stoff und Methode extrem eingeschränkte Fälle programmierter Unterweisung.

Leider wurde in dieser Phase der Fehler begangen, an praktischer Bedeutung für COGENDI und ALZUDI zu viel zu versprechen, z.B. die Programmierbarkeit von 70 % aller Lehrstoffe mit diesen oder ähnlichen Verfahren. Dies geschah, obwohl zum Beispiel der Anwendungsbereich von ALZUDI als „algorithmische Wortschatzdidaktik" zunächst völlig klar beschränkt wurde und ALZUDI nur als Demonstrationsprogramm entwickelt wurde (vgl. Frank 1972, S. 45).

Zu erklären ist die Überschätzung der Verfahren wenigstens z.T. durch die begeisterte Aufnahme, die die Verfahren bei zahlreichen erfahrenen Praktikern fand, in Schule, Ausbildung und Industrie.

(3) In einer zweiten Realisierungsphase 1969 – 1971 entstanden verbesserte Versionen von ALZUDI und COGENDI sowie als neue Verfahren ALSKINDI, VERBAL und DIALOG-ALZUDI. Diese Programme überwanden einige der entscheidendsten Anfangsfehler, es bahnte sich ein Übergang von verhältnismäßig streng kybernetisch bzw. informationspsychologisch orientierten Modellen zu lerntheoretisch-pragmatischen, z.T. an der Praxis der traditionellen programmierten Instruktion orientierten Modellen an.

Versäumt wurde auch in dieser Phase wieder die konsequente Anwendung und Erprobung in Zusammenarbeit mit Anwendern – von Ausnahmen wie durch Arlt und das Goethe-Institut abgesehen.
AEG-Telefunken begann mit der Übernahme der Programmsysteme; eine Erprobung in großem Maße konnte noch nicht anlaufen.

Ein wesentlicher Grund für die unzureichende Erprobung der Verfahren war sicherlich der Mangel an personeller Kapazität. Mit „Freiwilligen" war diese Arbeit nicht zu erledigen, der damit verbundene Aufwand machte volle Arbeitskräfte nötig. Offenbar wiederholte sich hier eine generelle Fehleinschätzung, die auch der konsequenten Anwendung der programmierten Instruktion schadete: man ging davon aus, daß diese Arbeiten, da ja „formalisiert und mechanisiert", sich nebenher, z.T. auch noch von minderqualifizierten Kräften erledigen ließen.

Als neues Problem der Formaldidaktiken trat in der zweiten Phase zunächst in den Vordergrund, daß die Benutzung der Systeme nicht kurzfristig erlernbar war, sondern erhebliche Einarbeitungszeiten erforderte. Weiterhin, noch gravierender, ergab sich für die potentiellen Anwender, daß die Bereitstellung von Lehrstoff und Lehrziel i.a. nicht ohne zusätzliche Hilfestellung durch formalisierte Verfahren bewältigt werden konnte.

(4) Seit etwa 1971 wird versucht, mit Ansätzen, die sich gezielt auf einzelne Problembereiche innerhalb des Gesamtkomplexes richten, die vorhandenen Formaldidaktiken zu praktikablen und leistungsfähigen Systemen zu vervollständigen.

Aufmerksamkeit finden insbesondere die Frage neuer Lehrstoffstrukturierungen, die dann die Verwendung anspruchsvollerer Psychostrukturmodelle und Lehralgorithmen gestatten, und das Problem einer systematischen, rechnerunterstützten Lehrstoff- und Lehrzielerfassung. Es laufen Projekte an, die Lehrprogramm-Autoren ein vollständiges System zur Abwicklung aller Vollzüge beim Lehrprogrammieren zur Verfügung stellen sollen (z.B. Projekt „Autor-Rechner-Dialog" in Zusammenarbeit des FEoLL-Instituts für Bildungsinformatik Paderborn und der Firma AEG-Telefunken, gefördert durch das Bundesministerium für Forschung Technologie).

Daneben ist kennzeichnend für die dritte Phase seit etwa 1971, daß durch strukturtheoretische und ökonomische Untersuchungen versucht wird, die Entwicklung künftiger Formaldidaktiken zu rationalisieren und dadurch eine bessere Anpassung an die einzelnen Anwenderprobleme zu ermöglichen.

2.2 *Aussichten für die künftige Forschungs- und Entwicklungsarbeit*

Die Beachtung folgender Punkte dürfte für den Erfolg künftiger Forschungs- und Entwicklungsarbeiten entscheidend sein.

(1) Bei allen neu zu entwickelnden Systemen muß eine *Orientierung zu den Anwendern hin* erfolgen. D.h. zunächst in einem ganz elementaren Sinne, daß die Benutzungsbeschreibungen in einer dem Benutzer, dem Lehrprogrammautor angemessenen und verständlichen Sprache abzufassen sind und daß die vorzunehmenden Vollzüge dem Anwender in ihrer methodisch-didaktischen Bedeutung verständlich sein müssen. In einem tieferreichenden Sinne gehört zur Anwender-Orientierbarkeit, daß die Systeme den fachlichen und fachdidaktischen Bedürfnissen der Anwender entgegenkommen und nicht umgekehrt eine Strukturierung des Faches nach formaldidaktischen Aspekten verlangen. Das heißt u.a., daß kein System mehr ohne entsprechende Mitarbeit solcher Fachverständiger konzipiert werden sollte.

Eine Voraussetzung für die Erreichung dieses Ziels der Orientierung an vielen verschiedenen Anwendern ist die Vereinfachung der Realisierung und Programmierung von Formaldidaktiken, etwa mit Hilfe der erwähnten strukturtheoretischen Untersuchungen. Vom Gelingen des Übereinkommens mit den Anwendern wird es im wesentlichen abhängen, ob sich Formaldidaktiken als Mittel der Lehrprogrammierung durchsetzen können. Es muß zu einem Erfolg kommen, von dem die *Anwender* der Systeme künden, nicht die *Erfinder.*

(2) Bei allen neu zu entwickelnden Systemen muß auf *Vollständigkeit* geachtet werden. D.h. es sind damit *alle* Vollzüge – algorithmiert oder nicht – anzusprechen, die im Verlaufe der Erstellung von Lehrprogrammen zu erledigen sind, insbesondere auch die systematische Bereitstellung der einzugebenden Werte der pädagogischen Variablen. Es kann nicht mehr darum gehen, „nur" Formaldidaktiken als vollalgorithmische Verfahren anzubieten. Vielmehr sind alle damit verbundenen personalen Vollzüge zu behandeln, sei es in Vor- oder Nachbereitung, sei es im Dialog.

(3) Bei allen neu zu entwickelnden Systemen müssen die Erfahrungen mit *Autorsprachen* und mit *direkten Strategien der didaktischen Programmierung* einbezogen werden.

Den Autorsprachen ist zwar i.a. vorzuwerfen, daß alle nicht auf den Rechner bezogenen Vollzüge beim Herstellen und Darbieten von Lehrprogrammen wenig analysiert und formalisiert wurden. Es wurde auch versäumt, Ansätze zu einfachen inhaltlichen Vollzügen wie z.B. Begriffskontrolle, Satzlängenkontrolle u.ä. einzubeziehen.
Demgegenüber sind jedoch im Rahmen der Autorsprachen Methoden der Textverarbeitung und der bildungstechnologischen Software-Organisation entwickelt worden, die auch auf die weitere Entwicklung von Formaldidaktiken angewendet werden könnten. Dies vor allem auch deshalb, weil sich im Umkreis der Autorsprachen gegenwärtig Entwicklungen vollziehen, die dem Trend „von der programmierten Instruktion zur Lehrorganisation" folgen (vgl. z.B. Projekte an der Universität Freiburg oder am Bildungstechnologischen Zentrum in Wiesbaden, Haefner 1973, Weltner u.a. 1973).

Im Bereich der direkten Strategien der didaktischen Programmierung hat eine zunehmende Formalisierung stattgefunden, die zum größten Teil von den formaldidaktisch orientierten Autoren übersehen wurde. Neben frühen Ansätzen von Anschütz (1965, 1965a), Bjerstedt (1966), Zifreund (1965), die z.T. noch auf dem Umweg über die *w-t*-Didaktik in die Formaldidaktiken eingingen, liegen inzwischen weiter formalisierte Verfahren vor, die einer Rechnerunterstützung zugänglich sind (Lahn 1971, Zielke 1971). Auch im Zusammenhang mit dem oben erwähnten Trend von der programmierten Instruktion zur Lernorganisation sollte prinzipiell die allgemeine Entwicklung der Lehrobjektivierung stärker beachtet werden; z.B. wären etwa alle Versuche zur Entwicklung vollständiger Systeme, im unter (2) gemeinten Sinne, etwa an den Ansätzen zur systemtheoretischen Didaktik von König und Riedel (1973) zu überprüfen.

Diese Ansätze bemühen sich, von der praktischen Pädagogik her zu objektivierten Modellen zu kommen; eine Anlehnung an solche Ansätze erscheint nach den zuerst dominierenden „reinen" Ableitungen der Formaldidaktiken aus Gründen der realistischen Anwendbarkeit geboten.

(4) Bei allen neu zu entwickelnden Systemen sollte der *Anschluß an die rechnergestützte Unterweisung* und ähnliche Verfahren sichergestellt werden.
Zum Teil deckt sich diese Forderung mit (3), hinzu kommen aber noch zwei Aspekte.

Erstens ist zu vermuten, daß rechnerunterstützt erstellte Lehrprogramme oder Lehrstrategien von der Art ihrer Aufbereitung her auch zweckmäßig in Form von rechnergestützter Unterweisung dargeboten werden können. Zweitens wurde schon frühzeitig darauf hingewiesen, daß langfristig die Ergebnisse von Formaldidaktiken nicht Lager von Lehrprogrammen sein sollten. Vielmehr sollten Formaldidaktiken rationeller als „Eigendidaktiken" (Frank 1969, Abschnitt 3.83) im Lehrrechner vorliegen und in konkreten Lehr/Lernprozessen Lehrprogramme generieren, die dann gar nicht mehr dokumentiert werden müssen.

Anders gesagt ist anzustreben, daß der den Formaldidaktiken zugrundeliegende Ablauf eines hypothetischen Lehr/Lernprozesses im Falle rechnergestützter Unterweisung zu einem echten Lehr/Lernprozeß werden kann. Das Regelobjekt wäre dann eine Kombination des Adressaten (als Person) und seines Psychostrukturmodells. Als zusätzliche unabhängige Variable ginge in die Formaldidaktik bzw. Eigendidaktik das Verhalten des Adressaten ein.

Formal zeigt sich hier eine Parallele zur Aufspaltung des hypothetischen Lehrsystems in ein Autor-Rechner-Dialog-System, nämlich die Einführung eines Schüler-Rechner-Dialogsystems.
Natürlich sind beide Systeme nebeneinander nicht möglich, das Funktionieren des Lehrrechners im beschriebenen Sinne hängt ab von dialogfreien Formaldidaktiken ohne personale Vollzüge, wenigstens soweit die Erzeugung des Lehralgorithmus betroffen ist. Die vorbereitenden Arbeiten am Lehrrechner zur Bereitstellung der Werte der pädagogischen Variablen erhalten im Lichte dieses Problems einen völlig neuen Stellenwert, was ihre Rechnerunterstützung anbelangt.

Nach Berichten von W. Schmid bei einem Werkstattgespräch in Paderborn 1973 bemüht man sich gegenwärtig an der Gesamthochschule in Siegen um ein erstes Lösungsmodell zum Problem Eigendidaktik.

Man kann zusammenfassen:
Orientierung an den Fachdidaktiken und Vollständigkeit der Systeme kann den Gedanken der formalen Didaktik und der Formaldidaktiken mehr Rückhalt durch gewichtige Anwender verschaffen.

Berücksichtigung der Entwicklung bei den Autorsprachen wie den direkten Strategien der didaktischen Programmierung kann Wege zur Objektivierung „höherer", evtl. auch heuristischer Lehrprogrammiermethoden öffnen, die nicht mehr unter der Beschränktheit reiner Theorien leiden.

Anlehnung an neuere Entwicklungen im Bereich der rechnerunterstützten Unterweisung schließlich und umgekehrt deren Förderung durch leistungsfähige Eigendidaktiken können dazu beitragen, daß Formaldidaktiken gleichzeitig mit einem Medium einen größeren Anwendungsbereich finden, dessen Kapazitäten im didaktischen Bereich sicher noch nicht voll erfaßt sind.

Ergänzungen zum Schrifttumsverzeichnis

Vgl. Graf, 1973. (Die dort aufgeführten Arbeiten, auf die im Text z.T. verwiesen wird, sind hier nicht wiederholt! Bei Arbeiten, die in einem der Bände der Quellensammlung Meder/Schmid, Kybernetische Pädagogik, Kohlhammer, Stuttgart, 1973, nachgedruckt sind, ist der entsprechende Band mit * angegeben.

Anschütz, H.: Über die Verteilung der semantischen Information in Lehrprogrammtexten. In: GrKG 6,1 (1965)

Anschütz, H.: Die Verteilung der Begriffe in Lehrprogrammtexten. In: Frank, H. (Hsg.): Lehrmaschinen in kybernetischer und pädagogischer Sicht 3, Stuttgart und München (1965a), 104 — 113

Arlt, W.: Empirische Ergebnisse beim Vergleich verschiedener Lehrprogrammier-Strategien. In: W. Arlt u.a. (s.d.) 1972, 153 — 173. (*IV)

Berger, M. und Dietz, E.: Vergleich zweier Lernmodellkonzeptionen in den Formaldidaktiken. In: Krause, M.U. 1973 (s.d.) 403 — 405

Bjerstedt, A.: Phäno-Struktur und Effektstruktur didaktischer Sequenzen. In: Frank, H. (Hsg.): Lehrmaschinen 4, Stuttgart und München 1966, 17 — 39

Bung, K.: A theoretical model for programmed language instruction. Ph.D.-Dissertation, Cambridge University, Cambridge, Great Britain 1972

Bung, K.: Zur Neugestaltung von Helmar Franks didaktischen Variablen. In: M.U. Krause (s.d.) 406 — 410, 1973

Closhen, H.: Empirische Ergebnisse mit einem ALZUDI-2 generierten Schul- und Lehrprogramm. In: Programmiertes Lernen und Programmierter Unterricht 1969, 4. 162 — 166

Evans, Homme und Glaser: The RULEG-System for the Construction Programmed Verbal Learning Sequences. In: Journal of Educational Research 1962

Frank, H.: Zur Anwendbarkeit kybernetischer Modelle der Psychologie in der Praxis der kybernetischen Pädagogik. In: F. Klix (s.d.), 175 — 188, 1967b. (*I)

Frank, H.: Über organisationskybernetische und bildungsökonomische Fragen der Programmierten Instruktion. In: Kommunikation 1968, 3, 141 — 150. (*I)

Frank, H.: Über die Kalkülisierbarkeit der didaktischen Variablen von Paul Heimann. In: W. Northemann und G. Otto (Hsg.): Geplante Information, Weinheim, 151 — 164, 1969c. (*I)

Frank, H.: Kybernetisch-pädagogische Aspekte der kommunikativen Grammatik. In: K. Schweisthal (Hsg.): Grammatik, Kybernetik, Kommunikation. Bonn, 135 — 141, 1971. (*I)

Frank, H.: Vergleichende Wertungen verschiedener Bildungsmedien und Didaktiken, GrKG 15/1, 1974, 1 — 12

Graf, K.-D.: Zur Entwicklung einer an didaktischen Problemen orientierten Programmiersprache für Rechner. In: Sprache im Technischen Zeitalter, 33 (1970a), 25 — 33. (*IV)

Graf, K.-D.: Lehrprogrammieren im Dialog mit einem Rechner. In: B. Rollett und K. Weltner (Hsg.): Perspektiven des programmierten Unterrichts. Wien (1970b), 246 — 253. (*IV)

Graf, K.-D.: Formale Didaktik und Formaldidaktiken — Ein Überblick über Entwicklung und Ansätze bis 1971, GrKG 14/4, 1973, 109 — 120

Haefner, K.: Bericht über Workshop: Rechnerunterstützter Unterricht. In: Rollett, B. und Weltner, K. (Hsg.) 1973 (s.d.), 423 — 427

König, E. und Riedel, H.: Systemtheoretische Didaktik. Beltz-Verlag, Weinheim und Basel 1973, 144 S.

Krause, M.: Bericht zum Workshop „Mathematische Modelle des Lehr- und Lernprozesses". In: B. Rollett u. K. Weltner (Hsg.): Fortschritte und Ergebnisse der Bildungstechnologie 2. München 1973, 396 – 422

Lahn, W.: Ein Beitrag zum didaktischen Programmieren. Das Entwickeln der Begriffsstruktur. In: Programmiertes Lernen 2/1971, 65 – 81

Pietsch, E.: Strukturanalyse eines Lehrstoffgebietes. In: Rollett u. Weltner (Hsg.): Fortschritte und Ergebnisse der Unterrichtstechnologie, München 1971, 87 – 92. (*IV)

Rollett, B. und Weltner, K. (Hsg.): Perspektiven des Programmierten Unterrichts. Wien 1970

Rollett, B. und Weltner, K. (Hsg.): Fortschritte und Ergebnisse der Unterrichtstechnologie. München 1971

Rollett, B. und Weltner, K. (Hsg.): Fortschritte und Ergebnisse der Bildungstechnologie II. München 1973

Tauber, M.: Rechnerunterstützte Vorbereitung von Basaltexten unter Verwendung einer Begriffsbibliothek. In: Rollett und Weltner (Hsg.): Fortschritte und Ergebnisse der Unterrichtstechnologie, München 1971, 126 – 132

Weltner, K. u.a.: Leitprogramm „Mathematik für Studenten mit Physik als Nebenfach". In: Rollett, B. u. Weltner, K. (Hsg.) 1973 (s.d.), 200 – 207

Zielke, W.: Stichwortschaubild und Faktenanalyse als Hilfsmittel rationellerer Lernprogrammerstellung. In: Rollett und Weltner (Hsg.): Fortschritte und Ergebnisse der Unterrichtstechnologie, München 1971, 75 – 86

Zifreund, W.: Ein strukturanalytisches Diagramm als Hilfsmittel bei der Herstellung und kritischen Analyse von Lehrprogrammen. In: Frank, H. (Hsg.): Lehrmaschinen 3, Stuttgart und München 1965, 114 – 135

Eingegangen am 26. Januar 1974

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Klaus-Dieter Graf, Pädagogische Hochschule Rheinland, Abt. Neuß, Seminar für Didaktik der Mathematik, 404 Neuß, Humboldtstr. 2

Kybernetische Regelkreise in Linguistik und Textwissenschaft

von Winfried NÖTH, Bochum

aus dem Englischen Seminar der Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Anglistik und Semiotik (Direktor: Prof. Dr. W. A. Koch)

1. *Problemstellung*

Das Prinzip des kybernetischen Regelkreises ist in Bild 1 dargestellt. Ein geläufiges Beispiel soll zunächst die eingetragenen Größen und Glieder erläutern.

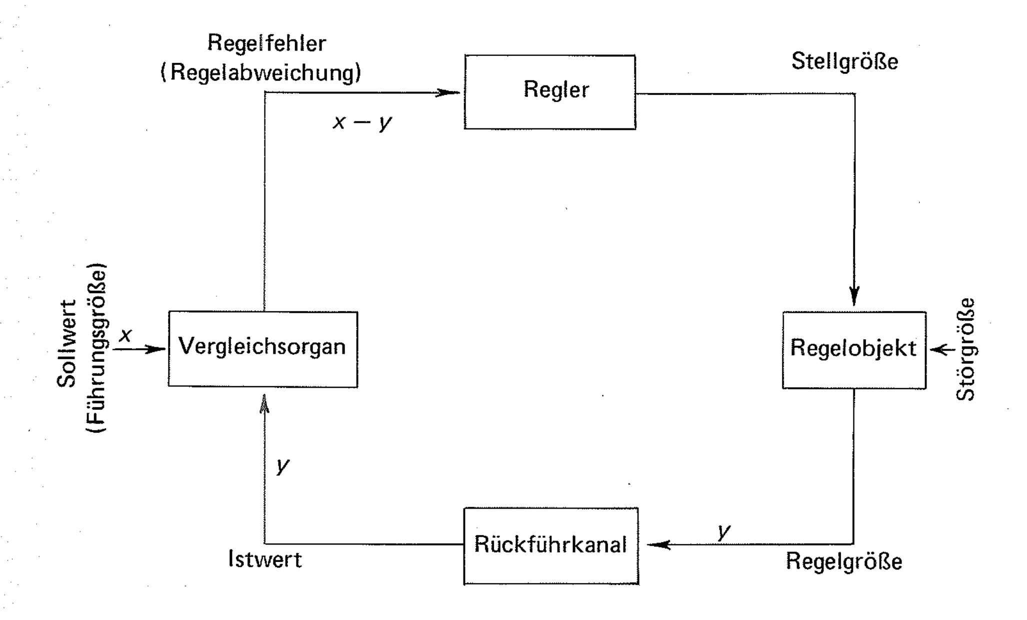


Bild 1: Struktur des allgemeinen Regelkreises

Eine Person P (Vergleichsorgan und Teil des Reglers) will aus einem gasbeheizten Warmwasserspeicher (dem Regler) Wasser (das Regelobjekt) mit einer Temperatur von $x = 35°$ (Sollwert) entnehmen. P öffnet den Wasserhahn und prüft mit der linken Hand (Rückführkanal) die Temperatur y (Istwert der Regelgröße) des Wassers. Ist das Wasser zu kalt (Regelfehler: $x - y > 0$), verändert P die Ventileinstellung am Warmwasserspeicher zwecks Erhöhung der Wärmezufuhr (Stellgröße), um die Temperatur (Regelgröße) des ausfließenden Wassers (Regelobjekt) zu erhöhen. Da P jedoch nicht genau wissen kann,

bei welcher Drehung die gewünschte Temperatur erreicht ist, da diese u.a. von Änderungen des Wasserdurchflusses, Änderungen der Eingangstemperatur des Wassers und Änderungen des Gasdrucks abhängt (Störgrößen!), muß P nach erfolgter Veränderung der Ventileinstellung die Temperatur des Wassers erneut mit der Hand prüfen und die Ventilstellung noch so lange in die eine oder andere Richtung verändern, wie der Regelfehler merkbar von Null abweicht (vgl. u.a. Klaus, 1969; Oppelt, 1957).

Zwischen den einzelnen Gliedern des Regelkreises (Kästchen in Bild 1) wird also Information übertragen (Regelfehler, Regelgröße; die Stellgröße ist bei physikalisch-technischen Regelkreisen wie in unserem Beispiel eine materiell-energetische Einwirkung – bei informationellen Regelobjekten handelt es sich um Information). Ziel dieses Informationsflusses ist es, einen Zustand des Gleichgewichts, der Homöostase zu erreichen, in dem das Regelobjekt wenigstens hinsichtlich der Regelgröße konstant gehalten bzw. dem veränderten Sollwert (Führungsgröße) angepaßt wird.

Das Modell des kybernetischen Regelkreises ist nicht nur im Bereich der Technik anwendbar, sondern eignet sich auch zur Beschreibung von Regelvorgängen in Biologie – man denke an die Prozesse der Konstanthaltung von Körpertemperatur oder Blutzuckerspiegel – in Psychologie, Pädagogik, Soziologie, Marktwirtschaft oder Politik. Das Regelungsprinzip als solches ist dabei in allen Bereichen dasselbe, nur die Glieder und Größen des Regelkreises sind verschieden (Frank, 1964a,b; 1965; 1969[b], § 3.63; von Cube, 1965). Eine besondere Form des kybernetischen Regelkreises sind nach H. Frank (1969[a], § 15) Regelkreise mit fiktivem Sollwert, die in vielen biologischen und anthropologischen Entwicklungsprozessen zu beobachten sind, in denen der Regelkreis nicht absichtlich geschaffen wurde, sondern wo eine Kreisrelation mit einem Gleichgewichtspunkt (entwicklungs-)geschichtlich entstanden ist.

Die folgende Untersuchung hat das Ziel, Möglichkeiten der Anwendung des (vereinfachten) Modells des kybernetischen Regelkreises im Bereich der Linguistik und Textwissenschaft aufzuweisen.

2. *Regelkreise in der synchronen Linguistik*

Die synchrone Linguistik untersucht das System einer Sprache zu einem bestimmten Zeitpunkt, unabhängig von ihrer historischen Entwicklung. Nach Chomsky (1965) bilden die Regeln des Sprachsystems eines individuellen Sprechers seine sprachliche Kompetenz, während der tatsächliche Sprechakt, in dem Störfaktoren wie Vergeßlichkeit oder Unaufmerksamkeit eine Rolle spielen können, als Performanz bezeichnet werden. Danach kann ein Sprechakt als Regelkreis interpretiert werden, in dem die linguistische Performanz das Regelobjekt und die Kompetenz die Führungsgröße bilden. Ähnliche Regelkreise bestehen in der Sprachdidaktik, z.B. zwischen Aussprachefehlern und der korrektiven Phonetik, die diese korrigiert, sowie zwischen grammatischen Fehlern und Fehlergrammatik bzw. der normativen Grammatik allgemein. Neben diesen Regelkreisen sind aber auch Regelkreise auf der semantischen (Textlinguistik) und pragmatischen Ebene (Textsituation) zu finden.

2.1 *Grammatik*

Der kybernetische Regelkreis, in dem die normative Grammatik (Sollwert) ebenso wie die Regeln der sprachlichen Kompetenz eines jeden Sprechers das sprachliche Verhalten der Sprecher (Regelobjekt) beeinflussen und eventuelle Abweichungen korrigieren, bildet ein geschlossenes System. Dieser Regelkreis wird erst unter Berücksichtigung der Komponente des Sprachwandels zu einem offenen System, d.h. einem System, in das neue Elemente von außen eingeführt werden, zumindest durch Veränderung des Sollwerts, der dadurch zur zeitlich veränderlichen Führungsgröße wird (von Bertalanffy, 1966). Wenn Sprachwandel in einer Sprachgemeinschaft toleriert wird, erfordert dies eine Veränderung der Grammatik. Frühere sprachliche Fehler müssen jetzt als Norm in der Grammatik akzeptiert werden. Dies hat eine ständige Anpassung der Grammatik an das tatsächliche sprachliche Verhalten der Sprecher zur Folge.

Es gilt jedoch nicht nur, daß die Regeln der Grammatik als Sollwerte regulierend auf den alltäglichen Sprachgebrauch als Regelobjekt einwirken. Ebenso gilt, daß nach Deutung der Grammatik als fiktivem Sollwert die Beobachtung der unumstrittenen grammatischen Fehler im Sprachgebrauch zu neuen Erkenntnissen über die Struktur der Sprache und die grammatische Theorie führt (z.B. Frei, 1929). Dieser Zusammenhang erklärt die besondere Bedeutung des Begriffes der Abweichung (deviation) gegenüber der Grammatikalität (grammaticalness) in der modernen Linguistik. Eine adäquate linguistische Theorie kann sich nicht nur mit der Aufzählung aller grammatischen Sätze einer Sprache begnügen. Sie muß ebenso in der Lage sein, die grammatischen Abweichungen etwa in folgenden Sätzen (Chomsky, 1965) zu bestimmen:

(1) the harvest was clever to agree
(2) John is owning a house
(3) the day looks barking
(4) John solves the pipe.

Die Analyse dieser grammatisch nicht akzeptablen Sätze gibt gleichzeitig Aufschluß darüber, welchen Restriktionen der normale Sprachgebrauch unterliegt und ist somit Teil einer Theorie der Grammatik. –

Die Suche nach den das sprachliche Fehlverhalten bewirkenden *Störgrößen* kann wichtige Erkenntnisse für die Linguistik liefern. Beispielsweise waren Neurologie und Psycholinguistik bei der Frage nach der Lokalisierung der verschiedenen sprachlichen Fähigkeiten wie Lesen, Schreiben, Sprechen oder Verstehen von Sprache im Gehirn des Menschen lange Zeit auf Vermutungen angewiesen. Wirkliche Fortschritte wurden auf diesem Gebiet erst im Verlauf der beiden Weltkriege erzielt, als systematisch beobachtet werden konnte, wie infolge verschieden lokalisierter Gehirnläsionen ganz verschiedene Formen der Sprachstörungen auftraten, womit man über die Lokalisierung der sprachlichen „Normal"-Fähigkeiten im Gehirn des Menschen Aufschluß erhielt (Hécaen und Angelergues, 1960).

Ferner sei an den Erkenntniswert sprachlichen Fehlverhaltens für die Psychoanalyse erinnert, in der die Untersuchung von Formen des Versprechens Rückschlüsse auf die Psyche des Sprechers und damit letztlich auf die Theorie des menschlichen Verhaltens allgemein ermöglicht (Baker, 1948).

2.2 *Textlinguistik*

Auf der Ebene des Textems kann man Regelkreise suchen, welche die von der Sprache abgebildeten inhaltlichen Strukturen betreffen. Hierfür bietet sich der von Bremond (1970) am Beispiel des Märchens beschriebene Zyklus der Entwicklung der Handlung in einer Erzählung an. Solche Verläufe sind besonders auffällig in der Trivialliteratur mit der Endphase des *happy ending* als Gleichgewichtszustand oder im Kriminalroman mit der Aufklärung des Falles als Endphase (vgl. Koch, 1973).

2.3 *Textsituation*

In der pragmatischen Komponente des Kommunikationsvorganges, der Textsituation, wird der Informationsfluß durch die in Bild 2 wiedergegebene Konkretisierung des allgemeinen Regelkreises von Bild 1 beschrieben.

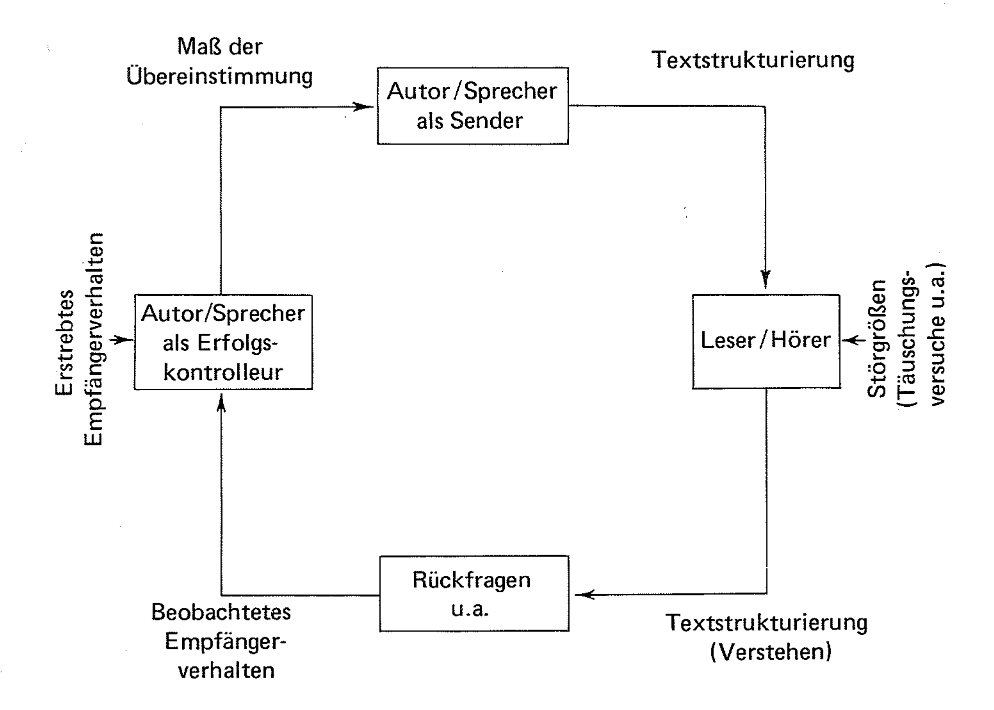


Bild 2: Regelkreis Textsituation

Ziel eines jeden „normalen" Kommunikationsaktes ist es, ein Höchstmaß an Übereinstimmung (Kongruenz) zwischen der vom Sprecher bzw. Autor als Sender intendierten und der vom Hörer bzw. Leser als Empfänger verstandenen Nachricht zu erreichen. Ein volles Textverständnis durch den Hörer – erkennbar an einer vollen Übereinstimmung seines (insbesondere:) verbalen Verhaltens in der Textsituation mit dem als Sollwert erstrebten Empfängerverhalten – wird jedoch nur selten sofort erreicht. Häufig ergeben sich Unterschiede zwischen der vom Sender erwarteten und den vom Empfänger geleisteten Textstrukturierungen (Koch, 1971). Diese können durch Rückkoppelung korrigiert werden. Die Rückkoppelung versorgt den Autor bzw. Sprecher mit Information über die Wirkung seines Textes auf den Empfänger. Anzeichen über den Mißerfolg der Kommunikation und die geringe Kongruenz des Textverständnisses, wie sie z.B. in zusätzlichen Fragen des Empfängers zum Ausdruck kommen, veranlassen den Sender dazu, Änderungen in den Text einzuführen, um ein optimales Textverständnis durch den Empfänger zu erzielen (Mysak, 1966).

Auch von dieser „Normal"-Situation des Textverständnisses gibt es Abweichungen. Störgrößen in diesem Regelkreis können z.B. Täuschungsversuche des Autors sein, der bewußt die Möglichkeit des Mißverstehens in den Text einbaut. Andererseits kann es sein, daß der Leser gar kein Interesse daran hat, den Text so zu strukturieren, wie es der Intention des Autors entspricht – vgl. bestimmte Richtungen der Literaturkritik. Schließlich können in verschiedenen Formen der Kommunikationsstörung bestimmte Phasen des kommunikativen Regelkreises völlig blockiert sein (Nöth, 1974).

3. *Diachrone Linguistik*

Die diachrone Linguistik analysiert (historischen) Sprachwandel. Eine der Grundvoraussetzungen der sprachlichen Kommunikation ist die Übereinstimmung des von Sprecher und Hörer benutzten linguistischen Codes. Diese Übereinstimmung ist nur bei einem zeitlichen Beharren oder einer nur langsamen Veränderlichkeit des Codes gewährleistet. Sprachwandel bedroht diese Konstanz. Als Korrektiv gegen Zerfallerscheinungen innerhalb des sprachlichen Systems setzt nun das Sprachbewußtsein der Sprachgemeinschaft ein, das neue Veränderungen zur Aufrechterhaltung des Systems bewirkt (Koch, 1970). Bild 3 stellt eine Konkretisierung des allgemeinen Schemas von Bild 1 auf diesen sprachkybernetischen Bereich dar.

Eine der Ursachen des Sprachwandels (neben Sprachkontakt, Generationswechsel und anderen Störgrößen) ist die Tendenz zur sprachlichen Ökonomie, nach der die Sprecher, dem Prinzip des geringsten Energieaufwandes folgend, bestrebt sind, sprachliche Formen (z.B. in ihrer Aussprache) zu verkürzen oder auf andere Weise zu vereinfachen. Sprache benötigt jedoch ein gewisses Maß an Redundanz (Lüdtke, 1970) als Spielraum für Verständlichkeit. Ein zu hohes Maß an sprachlicher Ökonomie kann die Funktionsfähigkeit sprachlicher Kommunikation beeinträchtigen. Durch ständige Vereinfachungen und insbesondere durch Verkürzungen innerhalb des Sprachsystems als dem

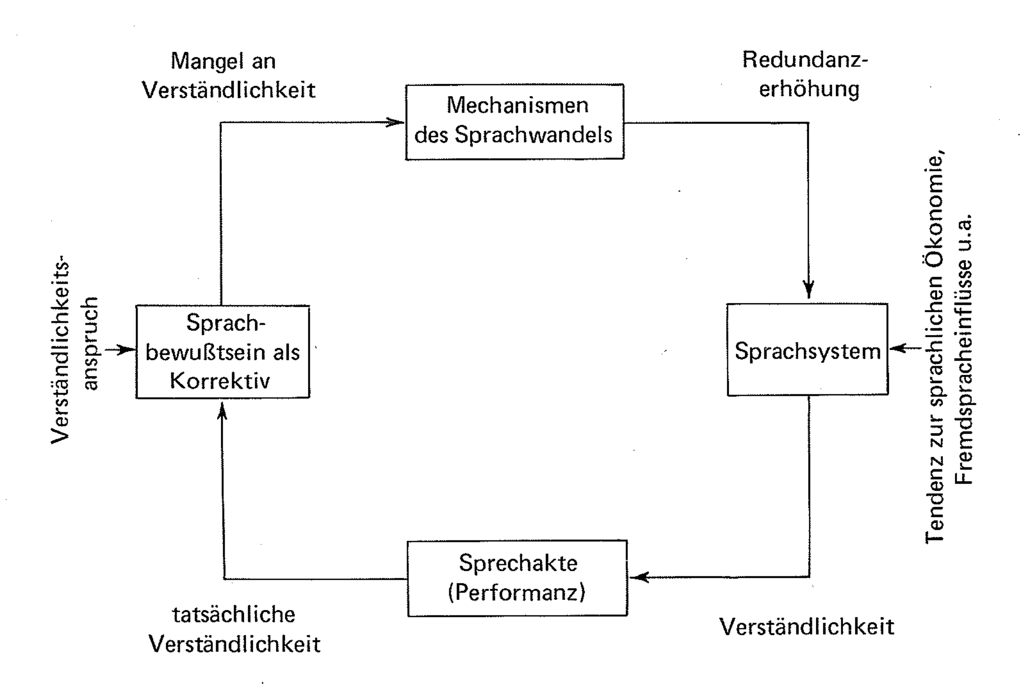


Bild 3: Regelkreis Sprachwandel

Regelobjekt wird schließlich die Verständlichkeit der sprachlichen Produkte im Sprechakt bedroht, d.h. der Ist-Wert sinkt unter den als Anspruchsniveau deutbaren Soll-Wert. Um das Übermaß an Mißverständnissen zu senken, müssen neue Redundanzen eingebaut werden (Lüdtke, 1970; Martinet, 1964). Den Regelkreis des Sprachwandels wollen wir am Beispiel des Phonemwandels und des Wandels der Syntax im Englischen darstellen.

3.1 *Phonemwandel*

Die Funktion der Phoneme einer Sprache (z.B. engl. [s/Θ]) ist es, Bedeutungen zu differenzieren (z.B. engl. sin/thin). Wenn durch Lautwandel die Unterscheidung zwischen zwei Phonemen gefährdet ist und dadurch Bedeutungsunterschiede nicht mehr aufrecht erhalten werden können, kann das phonologische Bewußtsein auf diese Gefährdung des Systems in systemerhaltender Weise reagieren (Koch, 1970). Dieser Vorgang läßt sich am Beispiel der Entwicklung der palatalen Langvokale im Frühneuenglischen vom 16. bis 18. Jahrhundert (Bild 4) darstellen (Samuels, 1972).

<table>
<tr><th>ME</th><th>16. Jh.</th><th>17. Jh.</th><th>18. Jh.</th></tr>
<tr><td>meed</td><td>i:</td><td>i:</td><td rowspan="2">i:</td></tr>
<tr><td>mead</td><td>e:</td><td rowspan="3">e:</td></tr>
<tr><td>made</td><td rowspan="2">ɛ:</td><td rowspan="2">e:</td></tr>
<tr><td>maid</td></tr>
</table>

Bild 4: Entwicklung der palatalen Langvokale

Im Mittelenglischen (ME) bestand das System der palatalen Langvokale aus vier Phonemen, von denen zu Beginn des Neuenglischen erst zwei (16. Jh.) und später drei Phoneme (17. Jh.) zusammenfielen. Dies hatte eine starke Beeinträchtigung des Morphemsystems (dem System der Bedeutungseinheiten) zur Folge, da dem Phonem [e:] nunmehr eine starke funktionale Belastung (Martinet, 1964) zukam: Während im ME vier Wortgruppen durch vier Phoneme in Aussprache und Bedeutung differenziert waren, waren jetzt zahlreiche bedeutungsmäßig unterschiedliche Wörter in der Aussprache nicht mehr differenziert, da sie zu Homonymen geworden waren. Diese Beeinträchtigung des Morphemsystems wurde nur teilweise dadurch behoben, daß die funktionale Belastung des [e:] verringert wurde, indem im 18. Jh. eine Phonemspaltung von [e:] in [e:] und [i:] stattfand. In Tabelle 1 sind 34 Formen aufgeführt, in denen durch den Wandel von [e:] zu [i:] eine Homonymbildung, die im 17. Jh. noch bestand, rückgängig gemacht wurde (Samuels, 1972).

beak n., v.	bake v.	neal v.	nail v., n.
beast n.	baste v.	neap n., a.	nape n.
deal n., v.	dale n.	pea n.	pay n., v.
dean n. }	{ Dane n.	peat n.	pate n.
dene n. }	{ deign v.	plea n.	play n., v.
ear n.	{ air n.	plead v.	played v. (pa. t.)
	{ heir n.	pleat n.	plate n.
eat v.	{ eight num.	reap v.	rape v.
	{ ate v. (pa. t.)	rear v., a.	rare a.
fear v., n.	{ fare v., n.	seat n., v.	sate v.
	{ fair a., n.	sneak n., v.	snake n.
fleam n.	flame n.	spear n., v.	spare v., a.
heat n., v.	hate n., v.	teal n.	{ tail n.
lean v., a.	{ lane n.		{ tale n.
	{ lain v. (p.p.)	treat n., v.	trait n.
lease n., v.	lace n., v.	veal n.	{ vale n.
leave n., v.	lave v.		{ veil n.
meal n.	{ male n.	weary a.	wary a.
	{ mail n.	weave v.	{ wave v., n.
mean v., n., a.	{ mane n.		{ waive v.
	{ main n., a.	wheat n.	{ wait v., n.
mere n., a.	mare n.		{ weight n.

Tabelle 1: Great Vowel Shift

Ein zweites Beispiel für das Wirken eines kybernetischen Regelkreises im Verlauf eines Lautwandels ergibt sich aus der von Martinet (1964) beschriebenen Tendenz des Phonemsystems zur Symmetrie, wonach die distriktiven Aussprachemerkmale nach der relativen Zahl der Oppositionen und nach ihrer Anordnung möglichst optimal im Phonemsystem verteilt sind. Entstehen durch Lautwandel Asymmetrien im Phonemsystem, wird durch neue Lautverschiebungen die Symmetrie im Phonemsystem wiederhergestellt. Unter diesem Gesichtspunkt läßt sich die Kette der Lautverschiebungen im Verlauf des sog. *Great Vowel Shift* im Frühneuenglischen erklären (Tabelle 2 nach Jespersen, 1928; Bild 5 nach Samuels, 1972).

ME	NE	ME	16. Jh.	NE
bite	*bite*	/bi·tə/	/beit/	[bait]
bete	*beet*	/be·tə/	/bi·t/	[bi·t, bijt]
bete	*beat*	/bɛ·tə/	/be·t/	[bi·t, bijt]
abate	*abate*	/ɑ'ba·tə/	/ə'bæ·t/	[ə'beit]
foul	*foul*	/fu·l/	/foul/	[faul]
fol	*fool*	/fo·l/	/fu·l/	[fu·l, fuwl]
fole	*foal*	/fɔ·lə/	/fo·l/	[foul]

Tabelle 2: Great Vowel Shift

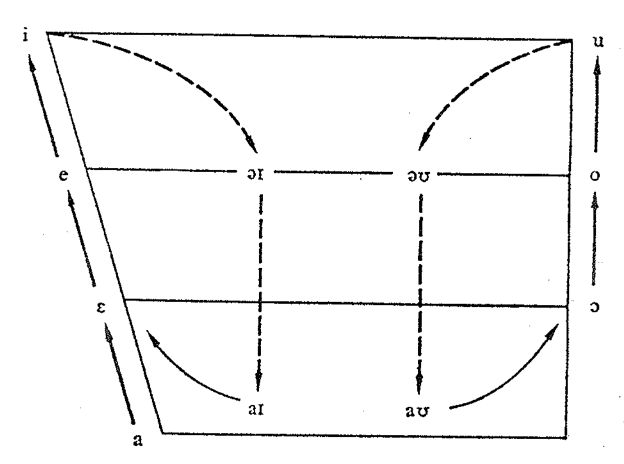


Bild 5: Great Vowel Shift

Als Beginn des Great Vowel Shift wird die Diphthongierung der Hochvokale [i:] und [u:] angesehen (gestrichelte Pfeile in Bild 5). Im Phonemsystem des Englischen entstand nun durch das Fehlen der hohen Vokale eine Lücke, die einerseits eine unausgeglichene

Ausnutzung der möglichen Aussprachemerkmale und andererseits eine Verringerung der Störsicherheit, mithin der Verständlichkeit bedeutet. Die Regelabweichung wurde daraufhin durch ein Nachrücken (ausgezogene Pfeile) der anderen Vokale in die jeweils entstandene Lücke im Phonemsystem behoben (Martinet, 1964; Samuels, 1972).

3.2 *Syntaxwandel*

Der wichtigste Wandel in der Geschichte der englischen Syntax ist die radikale Reduzierung der Flexionen, die gegen Ende der AE-Zeit (12. Jh.) zuerst in den Nomina, dann in den Verben einsetzte. Mit dem Verlust der Flexionen entstand in der englischen Syntax eine Störanfälligkeitsphase, in der das Satzverständnis durch syntaktische Ambiguitäten erschwert wurde. Ein Schritt zur Stabilisierung der englischen Syntax war die Einführung einer festen Reihenfolge der Satzteile, die in AE-Zeit infolge der deutlicheren syntaktischen Zuordnung der Satzteile durch die Flexionsmorpheme noch relativ frei sein konnte.

Ein Beispiel für die Einführung der neuen Restriktionen in die englische Syntax, die nach dem Verlust der Flexionsendungen nötig wurden, ist die Entwicklung des Relativsatzes (vgl. Bever und Langendoen, 1971). Im AE und ME waren Relativsätze des folgenden Typs möglich:

(5) Alle mæhtiga þæm gelefes.
(All things are possible (to) him (who) believes.)

(6) He sente after a cherl was in the town.
(He sent after a fellow (who) was in town.)

D.h., Relativsätze, die ein Objekt des Hauptsatzes modifizieren (hier: „þæm" bzw. „cherl"), konnten ohne Relativpronomen eingeführt werden. Die Übersetzung zeigt, daß diese Konstruktionen im NE ohne Relativpronomen nicht mehr möglich sind. Für den Hörer dieser Sätze entsteht ein Segmentierungsproblem, da die Grenze zwischen Haupt- und Relativsatz unklar ist. Satz (6) kann leicht als Überlappung zweier Hauptsätze verstanden werden:

(6) ? He sente after a cherl. + A cherl was in town.

Im AE konnten mit einem Verb beginnende Relativsätze weniger Ambiguität erzeugen, da das Objekt des Hauptsatzes in vielen Fällen durch Flexion des Substantivs oder des Artikels gekennzeichnet war und damit nicht mehr als Subjekt in Frage kommen konnte. Mit dem Verlust der Flexionen im Mittelenglischen nahm die Zahl der Ambiguitäten des Typs (6) zu. Die Folge war die schrittweise Einführung des obligatorischen Relativpronomens für Sätze dieses Typs. Im 18. und 19. Jh. konnte das Relativpronomen nur noch in Sätzen fehlen, die durch *there is/are* eingeführt wurden, z.B.

(7) There are lots of vulgar people live in Grosvenor Square.

Im heutigen Englisch gelten auch diese Fälle als ungrammatisch bzw. archaisch.

Der Regelkreis in der Entwicklung der englischen Syntax geht also von einem syntaktischen Ruhezustand im AE aus, wo die Flexionsendungen eindeutige syntaktische Zuordnungen gewährleisten. Der Verlust der Flexionen senkte die Verständlichkeit durch syntaktische Ambiguitäten unter das herrschende Anspruchsniveau. Schließlich wurde ein neuer Gleichgewichtszustand des Regelobjekts „englische Sprache" durch die Einführung von Restriktionen in der Wortstellung und die Einführung des obligatorischen Pronomens im Relativsatz erreicht, wodurch die syntaktischen Ambiguitäten vermieden werden konnten.

3.3 *Textdiachronie*

Von allen Bereichen der Linguistik sind in der Textlinguistik diachrone Fragestellungen bisher noch am wenigsten diskutiert worden. Dies mag damit zusammenhängen, daß die Ebene des Textes in der Geschichte der Linguistik erst relativ spät als Ebene sui generis analysiert worden ist, und zuerst die wichtigsten synchronen Probleme in Angriff genommen werden mußten.

Ein struktureller Ansatz zur Beschreibung der Textdiachronie liegt in der Theorie der literarischen Evolution des russischen Formalismus. Nach J. Tynjanov (1967) ist die literarische Evolution durch folgende vier Phasen gekennzeichnet:

(1) Als Kontrast zum automatisierten Konstruktionsprinzip bildet sich dialektisch ein entgegengesetztes Konstruktionsprinzip aus;

(2) das neue Prinzip findet Anwendung;

(3) es breitet sich aus, wird zur Massenerscheinung;

(4) es automatisiert sich und provoziert entgegengesetzte Konstruktionsprinzipien.

Innerhalb der Kybernetik wurde der hier erkennbare Rückkopplungskreis als Thema der Informationsästhetik näher untersucht (vgl. u.a. Frank, 1969a, § 13).

Nach diesem Modell ist mit dem Moment der Automatisierung und Etablierung eines literarischen Stilmittels als Massenerscheinung der stationäre Zustand erreicht, während das Moment der Innovation oder Kreativität eine Abweichung im Textbereich der Literatur darstellt. Automatisierung bedeutet bessere Überschaubarkeit der Textstruktur und damit ein höheres Maß der Ordnung. Innovation muß zwangsläufig Unvorhergesehenes und damit Ungeordnetes, Chaotisches in das System des Textbereichs einführen (Peckham, 1965). Anders als bei allen anderen bisher diskutierten Regelkreisen scheint der Sollwert des Regelkreises auf dem Gebiet der Literatur und der Ästhetik im weitesten Sinne nicht die Konstanthaltung einer unmittelbaren Gegebenheit, sondern vielmehr die Konstanthaltung des Innovationsprozesses zu sein. Das Streben nach Strukturdurchbrechung wird in einigen chaotisch anmutenden Richtungen der Avantgarde zum einzigen Ziel der Kommunikation und führt schließlich im Happening (Nöth, 1972) zu einer Problematisierung und Infragestellung des Prinzips der Innovation selbst.

Schrifttumsverzeichnis

Baker, S.J.: Speech Disturbances. In: Psychiatry, 11, 1948, 359 – 366

Bever, T.G., Langendoen, D.T.: A Dynamic Model of the Evolution of Language. In: Linguistic Inquiry 2, 1971, 433 – 463

Chomsky, N.: Aspects of a Theory of Syntax, Cambridge, Mass., MIT, 1965

Frank, H.: Überraschungswert und Auffälligkeit. In: H. Frank, Kybernetische Analysen subjektiver Sachverhalte, Schnelle, Quickborn, 1964a (Nachdruck in B.S. Meder und W. Schmid (Hsg.), 1973, Bd. 1, S. 223 ff.)

Frank, H.: The psychological link of a statistical feedback mechanism explained by means of information theory. In: G.M. Hughes (Ed.) Homeostasis and feedback mechanisms. Cambridge University Press, Cambridge, 1964b, 327 – 342. (Nachgedruckt in B.S. Meder und W. Schmid (Hsg.), 1973, Bd. 3, S. 276 ff.)

Frank, H.: Eine informationstheoretische Deutung psychologischer Komponenten innerhalb eines statistischen Rückkopplungssystems. Z.Psychol. 171, 1965, 343 – 358. (Nachgedruckt in B.S. Meder und W. Schmid (Hsg.), 1973, Bd. 1, S. 255 ff.)

Frank, H.: Kybernetik und Philosophie. Duncker & Humblot, Berlin, 2. Aufl., 1969a (Nachgedruckt in B.S. Meder und W. Schmid (Hsg.), 1974, Bd. 5, S. 193)

Frank, H.: Kybernetische Grundlagen der Pädagogik. Agis, Baden-Baden, und Kohlhammer, Stuttgart, 2. Aufl., 1969b

Frei, H.: La grammaire des fautes. Geuther, Paris, 1929

Hécaen, H., Angelergues, R.: Épilesie et troubles du language. In: Éncephale 49, 1960, 138 – 169

Jespersen, O.: Modern English Grammar on Historical Principles I. Winter, Heidelberg, 4. Aufl., 1928

Klaus, G.: Wörterbuch der Kybernetik. Fischer, Frankfurt, 1969

Koch, W.A.: Zur Theorie des Lautwandels. Olms, Hildesheim, 1970

Koch, W.A.: Varia Semiotica, Olms, Hildesheim, 1971

Koch, W.A.: Das Textem. Olms, Hildesheim, 1973

Lüdtke, H.: Sprache als kybernetisches Phänomen. In: Pilch, H., Richter, H. (Hsg.), Theorie und Empirie in der Sprachforschung. Karger, Basel (= Bibliotheca Phonetica 9), 1970, 34 – 50

Martinet, A.: Économie des Changements Phonétiques. Francke, Bern, 1964

Meder, B.S. und Schmid, W. (Hsg.): Kybernetische Pädagogik-Schriften 1958–1972, Kohlhammer, Stuttgart, Bd. 1–4, 1973, Bd. 5, 1974

Mysak, E.D.: Speech Pathology and Feedback Theory. C. Thomas, Springfield, Illinois, 1966

Nöth, W.: Strukturen des Happenings. Olms, Hildesheim, 1972

Nöth, W.: Textsituation, Pragmatik und Kommunikationsstörungen in der Schizophrenie. In: Orbis 23, 1, erscheint 1974

Oppelt, W.: Regelvorgänge in der Technik und ihre Darstellung. In: Geyer, H., Oppelt, W. (Hsg.), Volkswirtschaftliche Regelungsvorgänge. Oldenbourg, München, 1957, 9 – 21

Peckham, M.: Man's Rage for Chaos. Chilton, Philadelphia, 1965

Samuels, M.L.: Linguistic Evolution. UP, Cambridge, 1972

Tynjanov, J.: Die literarischen Kunstmittel und die Evolution in der Literatur. Suhrkamp, Frankfurt, 1967

von Bertalanffy, L.: General System Theory and Psychiatry. In: Arieti, S., ed. American Handbook of Psychiatry, Vol. 3. Basic Books, New York, 1966, 705 – 721

von Cube, E.: Kybernetische Grundlagen des Lehrens und Lernens. Klett, Stuttgart, 1965

Eingegangen am 14. Juli 1973

Anschrift des Verfassers:

Dr. Winfried Nöth, Englisches Seminar der Ruhr-Universität Bochum,
4630 Bochum-Querenburg, Universitätsstr. 150

Wiederholungszahlen bei fester Unterrichtsdauer

von Rainer HILGERS, Paderborn

aus dem Institut für Kybernetische Pädagogik im FEoLL, Paderborn
(Direktor: Prof. Dr. Helmar Frank)

1. *Das Lernmodell*

Bei einfacheren Typen von Lernphänomenen, z.B. beim Lernen sprachlicher Assoziationen, zeigt uns die Erfahrung regelmäßig eine Steigerung des Lernerfolgs durch Übung. Mit seinem „law of exercise" widmete sich als einer der ersten Thorndike (1913) der qualitativen Diskussion dieser Erscheinung.

In informationspsychologischen Experimenten jüngeren Datums beschränkt man sich häufig auf wortgetreue Wiederholung einer zu lernenden Einheit und ermittelt den Lernerfolg als Funktion der Wiederholungszahl. Viele derartige Versuche haben zur Konstruktion des sog. Einzelelementmodells geführt, welches den Adressaten bezüglich einer jeden zu lernenden Einheit nur in den beiden Zuständen U (ungelernt) und G (gelernt) sieht. Übergänge sind nur von U nach G möglich, und zwar bei jeder Wiederholung des Lehrstoffelements mit der zeitlich invarianten Wahrscheinlichkeit a. Bei insgesamt n Wiederholungen ist die Wahrscheinlichkeit eines Übergangs dann

$$(1) \qquad \pi(n) = 1-(1-a)^n.$$

Ist die Zahl der parallel unterrichteten Adressaten hinreichend groß, so erfährt Gleichung (1) eine zusätzliche Deutung als Prozentsatz derjenigen, die sich im Zustand G befinden. In dieser Eigenschaft dient das Einzelelementmodell zur Modellierung der Variablen P für die formale Didaktik ALZUDI 1 (Frank, 1972).

Läßt man ferner zu, daß der Anteil $p(0)$ des Adressatenkollektivs schon vor der Belehrung den Übergang nach G vollzogen hat, vergrößert sich dieser Prozentsatz nach n Wiederholungen auf

$$(2) \qquad \begin{aligned} p(n) &= p(0) + (1-p(0))\,\pi(n) \\ &= 1-(1-p(0))\,(1-a)^n \end{aligned}$$

Ist die linke Seite in Formel (2) als „Lehrziel" p^{SOLL} vorgegeben, so läßt sich danach die Zahl der erforderlichen Wiederholungen errechnen.

2. *Die Bestimmung von Wiederholungszahlen als Extremalproblem*

Es seien N unabhängige Lehrstoffeinheiten unterschiedlichen Schwierigkeitsgrades gegeben. Zu diesen existiere also jeweils eine Lernwahrscheinlichkeit a_j und eine Vorkenntnis $p_j(0), j = 1, ..., N$. Von Transfer- und Interferenzwirkungen sei, soweit sie nicht schon durch den Ansatz verschiedener a_j berücksichtigt werden können, abgesehen.

Zum einmaligen Angebot der j-ten Lehrstoffeinheit sei die Zeit t_j erforderlich. Im Einzelfall kann t_j also bestehen aus der zum Lesen eines Textabschnitts benötigten Zeit, der Dauer einer Filmszene oder der Sprechzeit eines Dozenten. Bezeichnet man die Wiederholungszahlen mit w_j und verzichtet man auf die Berücksichtigung von „Totzeiten" (wie für das Umblättern oder den Tonbandrücklauf) und von Aufwärm- oder Ermüdungseffekten (also zeitabhängigen t_j),

so ist $\sum_{j=1}^{N} w_j t_j$ die Dauer des gesamten Unterrichts.

In der Regel ist ziemlich genau angebbar, welche Zeit T für den Lehrprozeß überhaupt zur Verfügung steht. Somit muß

(3) $$\sum_{j=1}^{N} w_j t_j = T$$

gelten. Die Gleichung (3) geht als Nebenbedingung in die Berechnung der Wiederholungszahlen ein.

Das Lehrsystem bewertet den Lernzuwachs $p_j(w_j) - p_j(0)$ in der j-ten Komponente mit einem Gewichtsfaktor g_j. Dabei kann es sich sowohl um ein willkürliches Werturteil handeln wie auch um modellmäßig herleitbare normative Größen. (Mit

(4) $$g_j = \frac{t_j}{a_j}$$

wäre z.B. die effektiv genutzte Lernzeit erfaßt, vgl. Hilgers, 1973.) In den meisten Fällen lassen sich die Gewichtszahlen beliebig normieren, d.h. es sind nur ihre Verhältnisse von Bedeutung.

Die Herleitung einer optimalen Unterrichtsstrategie ist jetzt auf die Aufgabe reduziert, einen Extremwert der Funktion

(5) $$L(w_1, \ldots, w_N) =_{\text{Df}} \sum_{j=1}^{N} g_j(p_j(w_j) - p_j(0))$$

unter Beachtung von (2) und (3) zu finden. Zur Lösung dieses Problems bedienen wir uns der LAGRANGEschen Multiplikatorenmethode. Mit dem Multiplikator λ leitet man die notwendige Bedingung

(6) $$\frac{\partial}{\partial w_j}\left(L - \lambda\left(\sum_{j=1}^{N} w_j t_j - T\right)\right) = 0, \qquad j = 1, \ldots, N$$

ab. Aus (2) und (6) folgt

(7) $$g_j(1-p_j(0))\ln(1-a_j)(1-a_j)^{w_j} = \lambda t_j, \quad j = 1, \ldots, N$$

Wir setzen zur Abkürzung

(8) $$b_j =_{\text{Df}} (1-p_j(0))\ln(1-a_j)$$

und eliminieren λ aus (7) durch Quotientenbildung. Es ergibt sich

(9) $$\frac{(1-a_j)^{w_j}}{(1-a_k)^{w_k}} = \frac{t_j}{t_k} \cdot \frac{g_k b_k}{g_j b_j}$$

Logarithmieren der Gleichung (9) und Erweitern mit $\tau_k =_{\text{Df}} \frac{t_k}{\ln(1-a_k)}$ liefern

(10) $$w_j \tau_k \ln(1-a_j) - w_k t_k = \tau_k \ln \frac{t_j g_k b_k}{t_k g_j b_j}$$

Schließlich führen wir eine Summation über k durch. Mit (3) folgt

(11) $$w_j \sum_{k=1}^{N} \tau_k \ln(1-a_j) - T = \sum_{k=1}^{N} \tau_k \ln \frac{t_j g_k b_k}{t_k g_j b_j}$$

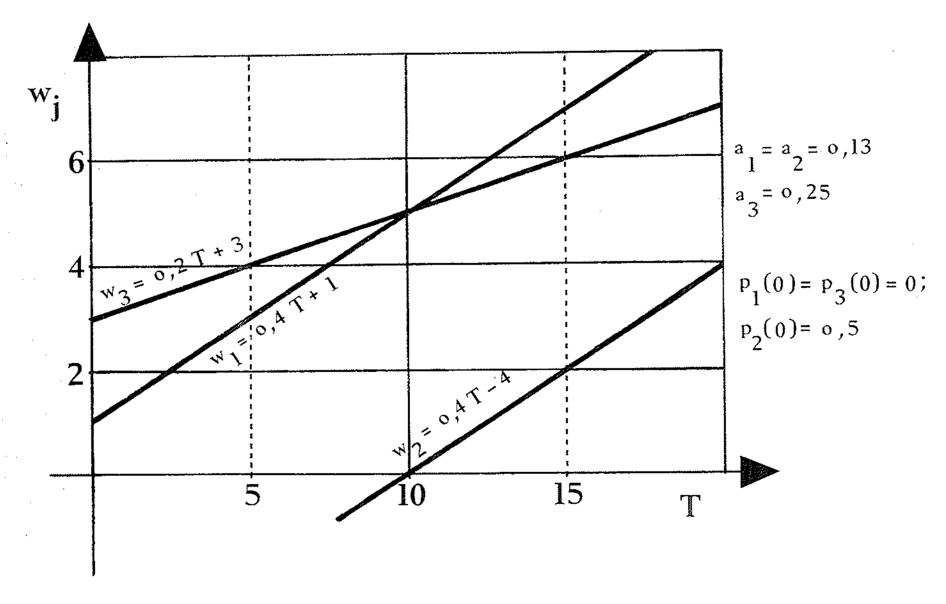
oder

(12) $$w_j = \frac{1}{\ln(1-a_j) \sum_{k=1}^{N} \tau_k} \left(T + \sum_{k=1}^{N} \tau_k \ln \frac{t_j g_k b_k}{t_k g_j b_j}\right)$$

3. *Konsequenzen und Anwendungen*

Es erübrigt sich, für das Extremum der Funktion L einen Existenzbeweis zu führen. Die Existenz ist bis auf wenige pathologische Sonderfälle sichergestellt. Wichtiger dürfte der Hinweis sein, daß die nach (12) bestimmten „Wiederholungszahlen" weder ganzzahlig noch positiv zu sein brauchen, so daß unser Resultat nur den Rang einer Näherungslösung hat. Interessant sind jedoch einige Folgerungen für Grenzfälle.

Die Wiederholungszahlen wachsen nach (12) linear mit der gesamten Unterrichtszeit T, sind aber im allgemeinen nicht zu ihr proportional (vgl. Bild).



Abhängigkeit der Wiederholungszahlen von der Unterrichtsdauer ($t_j = g_j = 1$)

Für alle j ist die Steigung der Geraden $w_j(T)$ positiv und berechnet sich als Produkt von $(\ln(1-a_j))^{-1}$ mit einer Konstanten. Für sehr große T (Semester, Schuljahr etc.) hängt also die Verteilung der Lehrstoffeinheiten auf die Unterrichtszeit weder vom Vorkenntnisstand der Adressaten noch von den Gewichtszahlen ab. Bevorzugt dargeboten werden dann die Elemente mit größtem Schwierigkeitsgrad (kleinstem a_j).

Unter Verwendung der Formel (12) läßt sich wenigstens eins der Probleme beseitigen, die bisher bei Formaldidaktiken vom Typ ALZUDI und ALSKINDI aufgetreten sind, nämlich unerträgliche Programmlängen. Die Setzung von Lehrzielen erfolgt nicht mehr als Urentscheidung ohne weitere Rechtfertigung, sondern kann über die Größe T z.B. Erkenntnisse der Lernpsychologie berücksichtigen. Man wird unter anderem auch einen Einfluß des Mediums auf die zweckmäßige Wahl von T vermuten, da auf akustische, optische oder audiovisuelle Informationsträger sicher in verschiedener Weise reagiert wird.

In einer späteren Arbeit wird als weitere Anwendung des vorliegenden Ergebnisses eine Strategie der Prüfungsvorbereitung entwickelt und dabei insbesondere gezeigt, wie sich die Gewichtszahlen g_j aus Zielvorstellungen der Prüfungsinstanz deduzieren lassen.

Schrifttumsverzeichnis

Frank, H.: Die Formaldidaktik ALZUDI 1, in: Formaldidaktiken, 1. Paderborner Werkstattgespräch, Schroedel, Hannover 1972. (Nachgedruckt in B.S. Meder u. W. Schmid, Hsg., Kybernetische Pädagogik, Band 2, Kohlhammer, Stuttgart, 1973.)

Hilgers, R.: Ein Maß der Lernzeitnutzung bei Parallelschulung, GrKG 14/2, S. 67 – 71, 1973

Thorndike, E.L.: The psychology of learning, Teachers College, New York 1913

Eingegangen am 17. Mai 1974

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Math. Rainer Hilgers, 479 Paderborn, Rathenaustr. 69 – 71

Subjektives Zeitquant und Intelligenz

von Siegfried LEHRL, Erlangen

aus der Universitäts-Nervenklinik Erlangen (Direktor: Prof. Dr. H.H. Wieck)

1. *Informationspsychologische Intelligenzbegriffe*

Vertreter der Informationspsychologie (F. von Cube, 1960, 1972; H. Frank, 1960b, 1971) bringen Wahrscheinlichkeitslernen (informationelle Akkomodation), Superzeichenbildung und Realisationen, wie sie sich beispielsweise in der Mandelbrotschen Texttemperatur zeigen, mit Intelligenz in Verbindung. P.R. Hofstätter (1971) geht sogar so weit, Intelligenz auf die Fähigkeit einzuengen, realitätsgerechte Ordnungen (Superzeichen) zu bilden.

2. *Mangelnde Generalität der informationspsychologischen Variablen*

Informationspsychologische Begriffsbildungen haben gegenüber herkömmlichen psychologischen den Vorzug, gleich die Quantifizierungsmöglichkeiten nahezulegen. Daher scheint es umso erstaunlicher zu sein, daß informationspsychologische Intelligenzteste nicht den Markt der angewandten Psychologie erobern. Den wichtigsten Grund dafür sehen wir darin, daß auch der Informationspsychologie noch keine generellen, von der jeweiligen Messung in einer konkreten Situation abstrahierbaren Aussagen gelingen wie: „Herr A kann gut superieren" oder: „Schülerin C akkomodiert extrem gut an objektive Wahrscheinlichkeiten". Die in der jeweiligen, konkreten Situation gemessenen Variablen (*manifeste* Variablen) sind offenbar unlösbar mit den Randbedingungen verbunden und verweisen deshalb nur sehr bedingt auf so unspezifische *latente* Variablen wie „Fähigkeit zu superieren" oder „Fähigkeit informationell zu akkomodieren" oder „allgemeines Intelligenzniveau".

3. *Zum Absolutskalenniveau informationspsychologischer Variablen*

Die informationspsychologischen manifesten Variablen wie „gemessene subjektive Information eines bestimmten Textes" liegen nach der bekannten Einteilung der Meßskalenarten von S.S. Stevens (1951) auf dem höchsten Niveau, dem Absolutskalenniveau. Sie erlauben also Aussagen der Art: „Im vorliegenden Versuch superierte Frau A zehn Prozent besser als Herr B" oder: „Herr C akkomodierte an dieses Wahrscheinlichkeitsfeld doppelt so schnell wie Fräulein D". Diese Behauptungen haben noch beschreibenden Charakter, weil sie nicht eine Fähigkeit zu superieren oder zu akkomodieren unterstellen. Letztere sind latente Variablen.

Im Meßniveau unterscheiden sich allerdings die informationspsychologischen manifesten Variablen nicht von herkömmlichen psychologischen Maßen wie „die physikalische Zeit, in der bestimmte Aufgaben gelöst werden" oder „die Anzahl der bewältigten Aufgaben eines konkreten Testes".

Wissenschaftlich am interessantesten, da am ökonomischsten, sind nicht unmittelbar beobachtbare manifeste, sondern die theoretisch konzipierten latenten Merkmale. Entsprechende latente Variablen hat die Informationspsychologie mit der Apperzeptionsgeschwindigkeit, der Gegenwartsdauer, dem vorbewußten Kurz- und Langzeitspeicher, dem Psychischen Moment, den Zuflußgeschwindigkeiten zu den verschiedenen Speichern usw. entworfen. Von der Konzeption her erfüllen sie das Absolutskalenniveau, formal daran erkennbar, daß mit ihnen alle vier arithmetischen Grundoperationen „+", „–", „•" und „:" durchgeführt werden. In der gleichen Weise könnte allerdings auch die Psychologie die Intelligenz auf das Absolutskalenniveau erheben und z.B. mit B.S. Bloom (nach E. Roth, W.D. Oswald und K. Daumenlang, 1972, S. 111 f.) behaupten, daß das vierjährige Kind bereits 50 Prozent der Intelligenz des 17jährigen entwickelt hat. Die methodischen Unzulänglichkeiten an dieser Aussage kritisieren bereits Roth, Oswald und Daumenlang am angeführten Ort.

Die Hauptschwierigkeit der Haltbarkeit von Konzeptionen auf dem Absolutskalenniveau mit empirisch-wissenschaftlichem Anspruch sehen wir in deren empirischer Überprüfbarkeit. Sieht man von der Psychophysik ab, kann die Psychologie bisher höchstens monotone Zusammenhänge zwischen den manifesten und latenten Variablen erwarten, die obendrein meistens keinen gemeinsamen Nullpunkt besitzen. Auf Intelligenzleistungen übertragen, heißt das zum einen, daß die Leistung Null nicht dem Intelligenzniveau Null entsprechen muß. Denn selbst für die geringste Leistung braucht man schon ein relativ hohes Intelligenzniveau. Zum anderen entspricht eine Leistungszunahme von 20 Prozent nicht unbedingt einer gleichen Intelligenzveränderung. Das erkennt man oft bereits daran, daß gleichzeitig andere Intelligenzleistungen desselben Validitätsanspruches im anderen prozentualen Verhältnis variieren.

Der Anspruch auf das empirisch erreichbare Absolutskalenniveau informationspsychologischer latenter Variablen läßt sich erst aufrecht erhalten, wenn nachgewiesen wird, daß *verschiedene* manifeste Variablen unter *gleichen* Bedingungen beim identischen Objekt auf den *identischen* latenten Wert hinweisen.

Empirisch noch etwas stärker, weil sie einen geringeren theoretischen Aufwand über den Zusammenhang „manifeste-latente Variable" impliziert, ist die Forderung nach *identischen* Werten *verschiedener* manifester Variablen unter *gleichen* Bedingungen beim identischen Objekt.

Unseres Wissens ist bisher die Erfüllbarkeit keiner der beiden Forderungen an latente informationspsychologische Variablen mit empirischen Mitteln überprüft worden.

4. *Subjektives Zeitquant als generelle latente Variable auf dem Absolutskalenniveau?*

Das Psychische Moment (= Subjektives Zeitquant (= SZQ)) gilt erst dann als empirisch-latente Variable auf dem Absolutskalenniveau, falls es die Bedingung erfüllt, daß verschiedene manifeste Variablen wie Lesegeschwindigkeit bei Reihen stoachastisch unabhängiger Buchstaben oder Ziffern oder auch Reaktionszeiten auf mehrfache Reizmöglichkeiten unter gleichen Bedingungen bei demselben Objekt den gleichen SZQ-Wert

indizieren. Das muß noch empirisch überprüft werden. Allerdings erhalten wir aus allgemeinen informationspsychologischen Befunden Hinweise darauf. So rechnet H. Frank (1971, S. 169 ff.) aufgrund einer Übersicht über Untersuchungsergebnisse mit verschiedenen Meßmethoden beim Menschen mit 14 bis 18 SZQ pro Sekunde. H. Riedel (1966) führt Untersuchungsresultate verschiedener Autoren über die Veränderung des Psychischen Momentes zwischen dem siebten und fünfzehnten Lebensjahr an. Die über verschiedene manifeste Meßvariablen erhobenen Werte zeigen zwar gewisse Differenzen. Sie verweisen aber auf einen gemeinsamen Nullpunkt, und die Unterschiede der Befunde lassen sich vielleicht sogar allein auf Zufallsschwankungen und die Differenzen in den Versuchspersonenauswahlen und auf die unterschiedlichen Versuchsbedingungen zurückführen. So besehen, erhalten wir sogar einen Hinweis auf die Generalität des SZQ, die empirisch nur durch gleiche Meßwerte unter *verschiedenen* Versuchsbedingungen erschlossen werden kann.

Für die Psychologie gewinnt das SZQ besonders an Wert, wenn es nicht nur die biologischen Arten charakterisiert, sondern darüber hinaus innerhalb der menschlichen Art variiert. Doch dafür sprechen seine Zusammenhänge mit anderen wichtigen Merkmalen wie Wachheitsgrad (H. Rohracher, 1960), Lebensalter (H. Riedel, 1966) und Intelligenz (s.u.).

5. *SZQ als Intelligenzmaß*

Es soll nur angedeutet werden, daß H. Rohracher (1960) aus dem Spektrum der Hirnpotentialschwankungen die Betawellen als neurophysiologisches Korrelat des Psychischen Momentes ansieht. Diese hängen aber, wie alle EEG-Variablen vom Wachheitsgrad ab. Auch aufgrund unserer Alltagsbeobachtungen fällt es uns nicht schwer, einen Zusammenhang zwischen SZQ und Wachheitsgrad anzunehmen.

Empirische Belege zur Altersabhängigkeit des Psychischen Momentes publizierte H. Riedel (1966). Sie sind von mehreren Autoren akzeptiert und in deren Konzepte eingebaut worden (H. Frank, 1971, F. von Cube, 1972; H.P. Pomm, 1970). Hingegen scheint der Zusammenhang mit dem Intelligenzniveau noch nicht untersucht worden zu sein. Dabei liegt er nahe, wenn man die experimentellen Befunde von E. Roth (1964) mit den Konzepten H. Franks (1960) und seiner Nachanalyse der empirischen Befunde von Hick und Hyman zum Reiz-Reaktionszusammenhang unter dem Blickwinkel der syntaktischen und pragmatischen Informationsverarbeitung verbindet.

a) *Korrelation von SZQ und Intelligenzleistung*

Roth (1964) untersuchte den Zusammenhang zwischen Intelligenzleistungsniveau und Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung bei Mehrfachwahl-Reiz-Reaktionen. Dazu knüpfte er an den bekannten Reiz-Reaktionsexperimenten Merkelscher und Hick-Hymanscher Tradition an.

Hick und Hyman hatten festgestellt, daß die Reaktionszeiten linear mit dem Logarithmus der Reizmöglichkeiten zunehmen. Der Anstiegswinkel zur Abszisse zeigt die zeitliche Zunahme bei einer Erhöhung der Zahl der Binärentscheidungen an. Frank (1960a) errechnete aus der zeitlichen Zunahme eine syntaktische (apperzeptive) und semantische

(reaktive) Entscheidungsgeschwindigkeit von zusammen 16 bit/sec, was 16 Psychischen Momenten pro Sekunde entspricht, die für den Menschen als typisch angesehen werden. Dieser Wert ist ein Durchschnittswert.

Gerade an den Unterschieden zwischen den Menschen interessiert, maß Roth den Anstiegswinkel der Reaktionszeiten an drei Stichproben 18- bis 21jähriger mit unterschiedlichen IQ-Mittelwerten. Dem höheren IQ entsprach ein kleinerer Anstiegswinkel. Franks Gedanken berücksichtigend, deuten wir den Anstiegswinkel als Indikator des Psychischen Momentes. Die Beziehung zum Anstiegswinkel wird positiv, wenn man mit der Anzahl der Psychischen Momente pro Sekunde (= SZQ/sec) rechnet. Dann korrelierten IQ und SZQ/sec mit r = 0.39 bei 58 Personen. Diese Korrelation unterscheidet sich auf dem 1-Prozentniveau signifikant von Null. Hingegen trat keine substantielle Korrelation zwischen dem SZQ/sec und einem reinen Geschwindigkeitsverfahren (Pauli-Test) auf (r = 0.16). Das legt nahe, die Intelligenz als gemeinsame Komponente des Psychischen Momentes und der Intelligenzleistung anzunehmen.

b) *SZQ als Faktor des allgemeinen Intelligenzniveaus*

Das die IQ-SZQ/sec-Korrelation nicht höher war, ist teilweise darauf zurückzuführen, daß der nach dem Intelligenz-Struktur-Test von Amthauer bestimmte Gesamt-IQ selbst in mehrere wechselseitig unabhängige Faktoren aufgespalten werden kann (s. H. Fischer, 1958). Aus der Korrelation mit dem mehrdimensionalen Gesamt-IQ erschließen wir daher Gemeinsamkeiten mit dem allgemeinen Intelligenzniveau. Daß dieser Zusammenhang kein Zufallsergebnis ist, dafür verweisen E. Roth, W.D. Oswald und K. Daumenlang (1972, S. 94) auf einen Kartensortierversuch von Oswald (1971), in dem ebenfalls lineare Abhängigkeiten zwischen Informationsmenge und Reaktionszeit festgestellt wurden. Dabei ermittelte Oswald Zusammenhänge zwischen dem Zeitbedarf für die Informationsverarbeitung und dem Amthauer-Gesamt-IQ von r = –0.41. Eine Aufschlüsselung erbrachte eine noch engere Korrelation zum Subtest „Würfelaufgaben" (r = –0.59). Dieser Befund und unten dargelegte Erwägungen führen zur Vermutung, daß das Psychische Moment mit der *flüssigen* Intelligenz (nach R.B. Cattell, 1965) eng verwandt ist. Sie wird vorwiegend durch Aufgaben mit geometrischen Figuren und Zahlenreihen gemessen, weil der vertraute Umgang mit ihnen ein verhältnismäßig geringes kulturelles Wissen erfordert, dessen Verfügbarkeit Cattell der kristallisierten Intelligenz gleichsetzt.

Das Konzept der flüssigen Intelligenz impliziert, „daß für die intellektuelle Basisausstattung Gedächtnisspanne und die Schnelligkeit der psychologischen Prozesse maßgeblich ist" (H.-J. Göppner, 1973, S. 260). Die engste Beziehung scheint das Psychische Moment zur Schnelligkeit der psychischen Vorgänge zu haben. Daher halten wir es für plausibel, das Psychische Moment als wichtige Grundfunktion intelligenter Leistungen einzuschätzen. So kann, wer ein kürzeres SZQ als jemand anderes hat, während einer gleichlangen Gegenwartsdauer mehr verarbeiten. Er verfügt dann über einen größeren Gegenwartsspeicher z.B. bei der Lösung von Aufgaben der folgenden Art (a–d), welche die flüssige Intelligenz messen. Wie wertvoll hierfür ein großer Gegenwartsspeicher ist, kann man an sich selbst gut erleben und erschließen, wenn man sich um ihre Bewältigung bemüht.

Setzen Sie die Reihe fort:

a)	1	2	4	7	11	16	22	...
b)	3	6	12	24	48	96	192	...
c)	4	7	15	29	59	117	235	
d)	2	4	12	48	240	1440	...	

Der Lösungsvorgang wird jeweils etwa so aussehen: Nach dem ersten Überblicken einer Zeile, stellt man fest, daß die Zahlen von links nach rechts wachsen. Dann überprüft man, ob sie in die wohl am besten überlernten Entwicklungen der ungeraden (1 3 5 7 ...) oder geraden Zahlen passen. Anschließend wird man die Differenz der ersten zwei Zahlen bilden und diese mit der Differenz des nachfolgenden Zahlenpaares vergleichen. Für den Vergleich müssen beide Differenzen präsent sein. An ihnen versucht man eine Regelmäßigkeit (Konstanz oder einfache Veränderungen) zu erkennen. Gelingt dies noch nicht, wird man noch die Differenz des dritten Zahlenpaares errechnen und mit den ersten Differenzen vergleichen. Diese sind vielleicht schon nicht mehr präsent, weshalb man sie noch einmal schnell bilden muß. Das geht das zweite Mal schneller als beim ersten Versuch. Glaubt man nun eine Regelhaftigkeit in den Differenzen zu bemerken, wird man ihre Richtigkeit überprüfen, indem man die nächstfolgenden Zahlen voraussagt. Mißlingt das, wird man zu anderen Operationen zwischen den benachbarten Zahlen greifen und alles nochmals beginnen. Bleibt man auch damit erfolglos, wird man möglicherweise eine Zahl mit der übernächsten, viertnächsten usw. in Beziehung setzen.

Verliert man die Operationsergebnisse zwischen den Zahlen (z.B. Differenzen) rasch aus dem Kurzspeicher, sind Vergleiche erschwert und die Bildungen induktiver Regeln kaum durchführbar. Personen mit einem kleinen Kurzspeicher werden bereits bei verhältnismäßig einfachen Testaufgaben der obigen Art versagen, vorausgesetzt, daß sie nicht Papier und Bleistift zu Hilfe nehmen.

Augenfällig ist der parallele Verlauf flüssiger, nichtsprachlicher Intelligenzleistungen (s. Abb. 43 in P.R. Hofstätter, 1971, oder Abb. 6 in E. Roth, W.D. Oswald und K. Daumenlang, 1972) und Kapazitäten des Kurzspeichers (Abb. 103 in H. Frank, 1971) mit dem Lebensalter. Noch beeindruckender, da spezifischer auf die vorliegenden Absichten zugeschnitten, ist der Verlauf der SZQ/sec mit dem Alter (Abb. 101 in H. Frank, 1971). Alle diese Kurven streben einem Höhepunkt beim 16. – 20. Lebensjahr entgegen und sinken dann langsam wieder ab.

Leistungen der flüssigen Intelligenz werden – dafür sprechen die verschiedenen Befunde und Überlegungen – durch ein kürzeres Psychisches Moment eher als durch ein längeres begünstigt. Berücksichtigt man die im Folgenden belegten interindividuell starken Streuungen der SZQ/sec, dann ist schon allein daraus ein bedeutender Teil der großen Leistungsunterschiede in Intelligenztesten erklärbar.

Aus den von Roth (1964) angeführten Daten lassen sich die Streuungen der SZQ/sec abschätzen. Nach einer Umrechnung der angegebenen Anstiegswinkel in Tangenswerte streuten die SZQ/sec über die 58 Versuchspersonen mit s ~ 23 %, bei einer Amthauer-IQ-Standardabweichung von s = 12.1. Die Gesamtstichprobe war allerdings nicht repräsentativ für die 18- bis 21jährigen. Rechnet man auf die für repräsentative Stichproben zu erwartende Standardabweichung des Amthauer-IQ (s = 10) zurück, sind für die SZQ/sec ca. 18 Prozent, also rund 20 Prozent als Standardabweichung anzusetzen. Wegen der besonderen Versuchsanlage sind die von H. Riedel (1966) graphisch dargestellten Streuungswerte leider nicht zur Kontrolle zu verwenden.

Setzt man nach H. Frank (1971, Abb. 101) für 18- bis 21jährige durchschnittlich 16 SZQ/sec an, liegen 68 Prozent dieser Altersgruppe zwischen 12.8 und 19.2 SZQ/sec und 97.5 Prozent zwischen ca. 10 und 22 SZQ/sec. Diese Orientierungswerte zeigen überraschend große Differenzen auf.

c) *SZQ-Messung als Intelligenztest*

Aufgrund der bisherigen Befunde erwarten wir, daß über SZQ-Messungen das allgemeine flüssige Intelligenzniveau valide erfaßt werden kann, zumindest eine seiner Grundkomponenten. Allerdings wird man das Psychische Moment zur besseren Erkennung seiner psychologischen Eigenschaften noch im Zusammenhang mit anderen Variablen untersuchen müssen.

Die Differenzierungsfähigkeit der SZQ/sec scheint gut zu sein; darauf läßt die relativ große Standardabweichung schließen. Allerdings hängt die Differenzierungsfähigkeit letzten Endes von der Reliabilität der SZQ-Meßergebnisse ab. Sie muß noch ermittelt werden.

Sollte sich die SZQ-Messung für die Intelligenzerfassung bewähren, böte sie nicht nur die Vorzüge der schnellen Erhebbarkeit und der Erhebbarkeit über verschiedene, z.T. nichtsprachliche Verfahren, sondern auch den, auf dem Absolutskalenniveau zu messen, wodurch sich der Psychologie neue Erkenntnismöglichkeiten zur Intelligenzstruktur und -entwicklung und zu interindividuellen Intelligenzunterschieden auftäten.

Um einen SZQ-Test zu entwickeln, müßte man allerdings noch die Abnahme standardisieren und Eichungen vornehmen. Erst dann wird man feststellen können, ob jemand ein im Vergleich zu seiner Altersgruppe durchschnittlich, unter- oder überdurchschnittlich kurzes Psychisches Moment hat.

Schrifttumsverzeichnis *

Cattell, Raymond B.: The Scientific Analysis of Personality. Pelican Book, Harmondsworth, 1965

Fischer, Hardi: Ein Vergleich zwischen dem IST von Amthauer und dem PMA von Thurstone. Diagnostica, 4, 1958. S. 25 – 32

Frank, Helmar: Über eine informationspsychologische Maßbestimmung der semantischen und pragmatischen Information. GrKG, 1, 1960a, S. 37 – 40. (*I)

Frank, Helmar: Über das Intelligenzproblem in der Informationspsychologie. GrKG, 1, 1960b, S. 85 – 96. (*I)

Frank, Helmar: Kybernetische Grundlagen der Pädagogik. Gekürzte Taschenbuchausgabe. Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart, 1971

Göppner, Hans-Jürgen: Sprache, Kognition, Emotion – ein Beitrag zu einer sprachexpliziten Psychologie. Dissertation, Erlangen, 1973

Hofstätter, Peter R.: Differentielle Psychologie. Verlag A. Kröner, 1971

Pomm, Hermann Peter: Der Einfluß des Lebensalters auf die Schnelligkeit psychischer Abläufe. GrKG, 11/3, 1970, S. 83 – 89

Riedel, Harald: Untersuchung zur Abhängigkeit des Zeitauflösungsvermögens vom Lebensalter. GrKG, 7, 1966, S. 65 – 72 (*IV)

Roth, Erwin: Die Geschwindigkeit der Verarbeitung von Informationen und ihr Zusammenhang mit Intelligenz. Z. exp. angew. Psychol., 11, 1964, S. 616 – 623

Roth, E., W.D. Oswald und K. Daumenlang: Intelligenz. Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart, 1972

Rohracher, Hubert: Einführung in die Psychologie. Verlag Urban und Schwarzenberg, Wien-Innsbruck, 1960, 7. Auflage

Stevens, S.S.: Mathematics, measurement and psychophysics. In: Stevens, S.S. (Hsg.): Handbook of experimental psychology. Verlag Wiley, New York, 1951

von Cube, Felix: Der Begriff der Intelligenz in psychologischer und informationspsychologischer Sicht. GrKG, 1, 1960, S. 56 – 61

von Cube, Felix: Was ist Kybernetik? Deutscher Taschenbuch Verlag, München, 1972, 2. Auflage

* Bei Arbeiten, die in der Quellensammlung von Meder und Schmid (Hsg.), Kybernetische Pädagogik (Kohlhammer, Stuttgart, 1973) nachgedruckt sind, ist der jeweilige Band hinter einem * angegeben.

Eingegangen am 9. Januar 1974

Anschrift des Verfassers: Dipl.-Psych. Siegfried Lehrl,
Universitäts-Nervenklinik Erlangen, 852 Erlangen, Schwabachanlage 10

Richtlinien für die Manuskriptabfassung

Es wird zur Beschleunigung der Publikation gebeten, Beiträge an die Schriftleitung in doppelter Ausfertigung einzureichen. Etwaige Tuschzeichnungen oder Photos brauchen nur einfach eingereicht zu werden.

Artikel von mehr als 12 Druckseiten Umfang können in der Regel nicht angenommen werden. Unverlangte Manuskripte können nur zurückgesandt werden, wenn Rückporto beiliegt. Es wird gebeten bei nicht in deutscher Sprache verfaßten Manuskripten eine deutsche Zusammenfassung anzufügen.

Die verwendete Literatur ist, nach Autorennamen alphabetisch (verschiedene Werke desselben Autors chronologisch) geordnet, in einem Schrifttumsverzeichnis am Schluß des Beitrags zusammenzustellen. Die Vornamen der Autoren sind mindestens abgekürzt zu nennen. Bei selbständigen Veröffentlichungen sind Titel, Erscheinungsort und -jahr, womöglich auch Verlag, anzugeben. Zeitschriftenbeiträge werden vermerkt durch Name der Zeitschrift, Band, Seite (z. B. S. 317–324) und Jahr, in dieser Reihenfolge. (Titel der Arbeit kann angeführt werden.) Im selben Jahr erschienene Arbeiten desselben Autors werden durch den Zusatz „a“, „b“ etc. ausgezeichnet. Im Text soll grundsätzlich durch Nennung des Autorennamens und des Erscheinungsjahrs des zitierten Werkes (evtl. mit dem Zusatz „a“ etc.), in der Regel aber nicht durch Anführung des ganzen Buchtitels zitiert werden. Wo es sinnvoll ist, sollte bei selbständigen Veröffentlichungen und längeren Zeitschriftenartikeln auch Seitenzahl oder Paragraph genannt werden. Anmerkungen sind zu vermeiden.